COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1861.

PRÉSIDENCE DE M. MILNE EDWARDS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Aciération par les sels ammoniacaux; par* **M. E. Fremy.**

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que je viens d'obtenir des cémentations profondes et régulières en soumettant simplement le fer chauffé au rouge à l'action du carbonate d'ammoniaque.

» Le chlorhydrate d'ammoniaque acière également en présence du charbon ou du gaz de l'éclairage.

» Je me réserve de tirer plus tard les conséquences qui résultent de ces faits intéressants. »

SÉRICICULTURE. — *Educations précoces des œufs de vers à soie.*

« **M. de Quatrefages** met sous les yeux de l'Académie deux bruyères chargées de très-beaux cocons obtenus par M. de Montval dans l'*établissement à éducations précoces* d'Avignon : il fait ressortir les avantages que présentent les établissements de cette nature. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches chimiques sur la teinture; par* **M. E. Chevreul.** (Deuxième partie du onzième Mémoire. Extrait.)

« La deuxième partie du onzième Mémoire comprend deux séries de recherches appliquées à peu près aux mêmes matières colorantes dans l'intention de fonder une théorie de la teinture.

» La première série est de 1854.

» La deuxième série est de 1859 et 1860.

» Première série. — Elle fut entreprise avec l'opinion, qui me semblait alors très-probable, que l'exposition à la vapeur des étoffes teintes à *froid* ou à *tiède* devait assurer la stabilité de la matière colorée : opinion déduite du fait très-exact que j'avais communiqué à l'Académie en 1846 (1), à savoir que les étoffes teintes avec l'indigotine de cuve reçoivent de leur passage à la vapeur une stabilité dans leur couleur qu'elles n'auraient pas sans cela, stabilité augmentée encore par l'alunage préalable des étoffes. Ce résultat m'avait d'autant plus frappé, que l'indigotine des cuves ne se donne aux étoffes qu'à tiède ou à froid, et toujours sans l'intermédiaire d'un mordant.

» En 1854 j'entrepris une première série de recherches dont le but était le contrôle de cette opinion par l'expérience sur seize matières colorantes diverses que j'appliquais à froid dans le même bain sur la laine, la soie et le coton. La moitié de ces étoffes était sans mordant, l'autre moitié avait été mordancée; la laine avec l'alun et le tartre ou une composition d'étain et de tartre, la soie et le coton avec l'alun sans tartre ou une composition d'étain.

» Dans cette première série on teignit les mêmes étoffes avec les mêmes mordants au bouillon.

» Des échantillons de toutes les étoffes teintes furent passées à la vapeur.

» Les étoffes teintes à froid sans mordant et avec mordant furent exposées comparativement durant cent cinq jours à l'air lumineux.

» Les étoffes mordancées teintes au bouillon ne le furent que quatre-vingts jours.

» Les conséquences de ces recherches sont :

(1) Huitième Mémoire de mes recherches chimiques sur la teinture. XXIVe volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*

» 1° De montrer l'influence du mordant par la comparaison de l'étoffe qui l'a reçu avec l'étoffe qui y a été soustraite.

» 2° De montrer l'influence de la température par la comparaison de l'étoffe teinte à froid avec l'étoffe teinte au bouillon.

» 3° De montrer l'influence de la vapeur sur une même matière colorante fixée sur les trois étoffes relativement à la modification qu'elle peut leur faire éprouver dans la hauteur du ton et dans la spécialité même de leurs couleurs respectives.

» 4° De montrer l'influence sur la stabilité de la couleur de l'étoffe teinte, des circonstances diverses dans lesquelles les seize matières colorantes ont été appliquées, eu égard à la température, à la nature des étoffes de laine, soie et coton, à la nature de la matière colorante, à la nature du mordant, au passage de l'étoffe à la vapeur.

» L'ensemble de ces recherches était indispensable pour formuler des propositions générales relatives aux conditions les plus convenables à remplir lorsqu'il s'agit de la fixation des matières colorées sur les étoffes en général et de la fixation d'une matière colorée en particulier sur une étoffe donnée. Or, les procédés qui remplissent ces conditions ne pouvaient être indiqués avec certitude qu'après avoir observé la stabilité, quant à la durée, des matières colorées fixées respectivement sur des étoffes déterminées exposées à l'air lumineux et étudiées ensuite comparativement; mais cette appréciation n'était possible qu'à la condition d'avoir des normes fixes comparables entre eux, tels que ceux qui composent les gammes de mes cercles chromatiques. Cette condition explique pourquoi je n'ai publié le travail que je présente aujourd'hui à l'Académie et ceux qui le suivront, qu'après avoir eu les cercles dont je parle, et pourquoi ce onzième Mémoire suivra immédiatement l'ouvrage intitulé : *Moyen de définir et de nommer les couleurs d'après une méthode précise et expérimentale*, en cours d'impression dans le XXXIIIe volume des *Mémoires de l'Académie; là on verra le moyen d'évaluation avec les choses évaluées.*

» Le résultat définitif de mes recherches de la première série, exécutées en 1854, fut que je m'étais fait une opinion exagérée de l'influence favorable de la vapeur pour assurer les couleurs fixées par le teinturier sur les étoffes et en particulier sur celles qui sont teintes à froid ou à tiède. La vérité est que le passage à la vapeur n'est décidément favorable qu'à un petit nombre de principes colorants : et l'indigotine avec quelques autres encore exceptées, l'influence du passage est limitée, quant au nombre des principes, et faible, quant à l'intensité de l'influence.

» Sachant combien il importe à la vérité de ne publier des expériences qu'après en avoir confirmé les résultats par de nouvelles, j'ajournai la publication de mes recherches de la première série à l'époque où je les aurais soumises à un contrôle expérimental. De là donc l'origine de la deuxième série d'expériences exécutées en 1859 et 1860. En les entreprenant plus tôt, j'aurais craint de subir encore l'opinion trop favorable que j'avais conçue de l'influence de la vapeur.

» Je résumerai maintenant les généralités auxquelles conduisent les faits composant la première et la deuxième série de mes recherches en les classant dans trois divisions générales :

» La première comprenant les généralités concernant les *mordants*, la deuxième les généralités concernant la *température*, et la troisième les généralités concernant les résultats de l'emploi de *la vapeur sur les étoffes teintes*.

Ire division. — Généralités concernant les mordants.

» J'emploie le mot *mordant* avec l'acception empirique qu'il a dans les ateliers; il s'applique à une matière servant d'intermédiaire, dit-on, entre l'étoffe et le principe colorant qu'on veut y appliquer. Généralement un mordant est salin et incolore comme l'alun, le bitartrate de potasse, les sels d'étain.....

» On recourt généralement à un mordant avec l'intention d'augmenter l'aptitude des étoffes à prendre une matière colorante, à produire une couleur déterminée avec cette matière et d'en assurer la stabilité en conséquence.

» J'examine l'influence du mordant sous trois rapports :

» 1° Celle qu'il exerce sur la hauteur du ton de la couleur de l'étoffe;

» 2° Celle qu'il exerce sur la *spécialité* optique de cette couleur;

» 3° Celle qu'il exerce sur la stabilité de la couleur exposée au soleil.

§ I. — *Influence du mordant sur la hauteur du ton de la couleur fixée à l'étoffe.*

» Si, comme on le croit assez généralement, le mordant ajoute à l'aptitude qu'ont les étoffes à se teindre, des étoffes mordancées passées en même temps que des étoffes non mordancées dans un bain colorant prendraient un ton de couleur plus élevé que le ton des secondes. Cette opinion n'est point exacte; mes expériences la démentent.

» En effet, des étoffes de laine mordancées avec alun et tartre, des étoffes

de soie et de coton simplement alunées ayant été teintes à froid comparativement avec les mêmes étoffes non mordancées dans des bains colorants, ont présenté les trois résultats suivants avec seize matières colorantes diverses, appliquées chacune en même temps sur la laine, la soie et le coton.

» *Premier résultat.* — Le mordant n'a pas eu d'influence pour changer le ton de la couleur fixée :

Laine	6
Soie	1
Coton	5
	12

» *Deuxième résultat.* — Le mordant a élevé le ton de la couleur fixée :

Laine	2
Soie	7
Coton	12
	21

» *Troisième résultat.* — Le mordant a abaissé le ton de la couleur fixée :

Laine	9
Soie	9
Coton	0
	18

» Certes ces résultats sont fort différents de ceux qu'on aurait pu prévoir, il a fallu des expériences comparatives pour savoir que sur 51 cas il y en aurait 21 d'élévation de ton et 18 d'abaissement.

§ II. — *Influence du mordant relativement à la spécialité optique de la couleur qu'il détermine.*

» La comparaison des étoffes teintes sans mordant et des étoffes teintes avec mordant est fort instructive relativement à la modification portant non plus sur le ton, mais sur la couleur même, c'est-à-dire sur ce que j'appelle la *spécialité optique* donnée par une des gammes des cercles chromatiques. Certes je ne prétends pas que toutes mes observations sont nouvelles ; car on sait depuis longtemps, par exemple, qu'avec le tartre, la composition d'étain et la cochenille on fait l'écarlate (3 rouge 10 et 11 ton du 1er cercle chromatique), et qu'avec l'alun et le tartre on fait les cramoisis qui se classent dans

le 3e, 2e et 1er violet-rouge 12 ton du même cercle. Mais mes expériences vont beaucoup plus loin, et je dirai que les changements de couleur produits dans une même matière colorante par différents acides et différentes bases salifiables, dont j'ai cité de nombreux exemples dans des Mémoires sur les bois de brésil et de campêche, publiés de 1808 à 1811, n'ont pas cessé de m'occuper depuis cette époque au point de vue des changements de couleur dépendant de l'acidité et de l'alcalinité des corps. Mais ce n'est que depuis le travail que je présente aujourd'hui à l'Académie que mes idées ont acquis plus de précision et de généralité; aussi prochainement reviendrai-je sur ce sujet, et exposerai-je des faits qui ajoutent sans doute beaucoup à l'importance des précédents. Je me borne en ce moment aux remarques suivantes :

» 1° Le brésil produit sur les étoffes non mordancées appliqué à froid les gammes de l'orangé, tandis que les étoffes alunées prennent le 4 et 5 violet-rouge, et la laine alunée et *tartrée*, le 3 rouge-orangé.

» 2° Le campêche produit sur les étoffes non mordancées appliqué à froid les gammes de l'orangé ou de l'orangé-jaune, tandis que les étoffes alunées prennent le 5 bleu-violet et laine alunée et tartrée le 2 rouge $\frac{8}{10}$.

» Ces résultats, obtenus d'expériences comparatives exécutées en 1854, viennent d'être contrôlés avec des circonstances nouvelles propres à expliquer des faits de pratique qu'on n'explique pas toujours, lorsqu'ils se présentent inopinément dans les ateliers.

» J'ai pris deux lots de laine, de soie et de coton; l'un d'eux est resté dans l'état où généralement on considère ces étoffes comme propres à la teinture; l'autre lot a été traité de 45 à 55 degrés par l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, puis il a été lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne troublât plus l'azotate d'argent.

» Un écheveau de chacune des étoffes de chaque lot a été teint comparativement dans une infusion de bois de brésil et une infusion de bois de campêche, les résultats ont été les suivants :

Infusion de brésil en excès, 24 heures d'immersion à froid.

Étoffes non lavées à l'acide chlorhydrique.		*Étoffes lavées à l'acide chlorhydrique.*	
Laine 3 orangé $\frac{2}{10}$	6 ton.	Laine 2 orangé	9,5 ton.
Soie 4 orangé $\frac{1}{10}$	9,5 ton.	Soie 5 orangé $\frac{2}{10}$	9,5 ton.
Coton 2 rouge orangé $\frac{3}{10}$	3 ton.	Coton 1 orangé $\frac{1}{10}$	3,0 ton.

Étoffes non passées à l'acide chlorhydrique.				*Étoffes passées à l'acide chlorhydrique.*			
Infusion de campêche en excès, 24 heures d'immersion à froid.							
Laine	4 orangé $\frac{4,5}{10}$	9 ton.		Laine	5 rouge	13,5 ton.	
Soie	5 orangé $\frac{1,5}{10}$	10 ton.		Soie	3 orangé $\frac{1}{10}$	10,33 ton.	
Coton	1 orangé $\frac{5}{10}$	9,5 ton.		Coton	2 orangé $\frac{3}{10}$	9 ton.	

2 heures d'immersion dans eau saturée d'alun.

Infusion de brésil en excès et même proportion que ci-dessus relativement aux étoffes, 40 heures d'immersion.

Laine alunée	rouge	11,5 ton.	Laine alunée	1 rouge	13 ton.
Soie alunée	1 rouge	13 ton.	Soie alunée	1 rouge	12,5 ton.
Coton aluné	rouge $\frac{2}{10}$	4 ton.	Coton aluné	rouge-orangé $\frac{2}{10}$	3 ton.

Infusion de campêche en excès et même proportion que ci-dessus relativement aux étoffes, 40 heures d'immersion.

Laine alunée	2 violet-rouge	20 ton.	Laine alunée	3 violet-rouge	20 ton.
Soie alunée	4 rouge-orangé	20 ton.	Soie alunée	2 rouge-orangé	20 ton.
Coton aluné	3 rouge-orangé $\frac{5,5}{10}$	10,5 ton.	Coton aluné	4 rouge-orangé $\frac{5,25}{10}$	10,5 ton.

» Ces expériences montrent l'action de corps étrangers qui peuvent se trouver dans les étoffes et dont on ne cherche point à combattre l'influence quoiqu'elle puisse être fâcheuse; or elle l'était certainement relativement à la laine et au coton, car lorsque la laine n'a pris que les tons 6 et 9 des gammes $\left\{\begin{array}{l}3 \text{ or } \frac{2}{10} \\ 4 \text{ or } \frac{4,5}{10}\end{array}\right.$; la laine passée à l'acide a pris les tons 9,5 et 13,5 des gammes $\left\{\begin{array}{l}\text{2 orangé,} \\ \text{5 rouge.}\end{array}\right.$

» L'influence d'un même mordant relativement à la *spécialité optique* qu'il donne aux étoffes peut être fort différente pour chacune d'elles. Un grand nombre de mes expériences le démontrent, mais il en est peu de plus frappantes que les couleurs que prennent la laine, la soie et le coton passés dans le bain de physique ajouté à l'infusion de brésil : les deux premières se teignent en orangé et le coton se teint en 3 violet-rouge.

§ III. — *Influence du mordant relativement à la stabilité de la couleur exposée au soleil.*

» On croit généralement, comme je l'ai dit, que le mordant est favorable à la stabilité de la matière colorante fixée à une étoffe; cela est vrai dans beaucoup de cas, mais il y a des exceptions.

» Par exemple, la cochenille appliquée à froid sur la laine non alunée et sur la laine alunée, est plus solide sur la première que sur la seconde; une exposition de 105 jours avait abaissé la couleur de la première de 2 tons lorsqu'elle avait abaissé celle de la seconde de 3,5 tons, les deux étoffes étaient pour ainsi dire au même ton avant l'exposition.

» Il n'est point étonnant, d'après cela, que la même couleur fixée par des mordants différents sur une même étoffe, par exemple la cochenille fixée à la laine par l'intermédiaire 1° de l'alun, 2° de l'alun et du tartre, 3° du tartre et de la composition d'étain, soit inégalement stable dans les trois cas. Elle a le maximum de stabilité avec le tartre et la composition, et le minimum avec l'alun seul.

» Je nomme la laine, parce qu'en effet la stabilité d'une même matière colorée peut varier avec la nature de l'étoffe. Mais avant mes expériences l'influence de celle-ci n'était point appréciée d'une manière précise : on avait conclu de la simple apparence que les couleurs semblaient passer plus vite sur le coton que sur la soie et la laine surtout. Si cette opinion est souvent vraie, des exceptions ne permettent pas de la généraliser, et j'ajoute que ce qui a contribué à exagérer l'opinion, est que souvent on comparait au coton des couleurs beaucoup plus élevées en ton sur la soie et sur la laine; or, plus la même couleur est élevée en ton sur une même étoffe, plus évidemment il faut de temps pour que se manifeste l'affaiblissement qu'elle peut éprouver de la part des agents atmosphériques.

» La carthamine et le rocou sont plus stables sur la soie que sur la laine, et peut-être le sont-ils plus sur le coton que sur la soie.

IIe DIVISION. — INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR L'APTITUDE A SE TEINDRE QU'ONT LES ÉTOFFES MORDANCÉES.

» Les étoffes mordancées n'ont point une même aptitude à se teindre à froid et à chaud.

» L'inégalité des trois étoffes est plus prononcée à froid qu'au bouillon, et dans ce cas les différences entre la laine et la soie, relativement au coton, sont bien plus faibles qu'à froid. Je répète donc qu'il semble, dans le plus grand nombre de cas du moins, que la composition élémentaire ait plus d'influence à chaud qu'à froid. En voici la preuve :

A FROID. Sur 17 cas.

2 cas d'égalité d'aptitude, bois jaune et noix de galle.
3 cas d'égalité d'aptitude entre laine et soie. *Cochenille* + composition d'étain + tartre. *Brésil* + bain de physique. *Gaude* + alun.
1 cas d'égalité d'aptitude entre soie et coton, carthame.
8 cas de supériorité d'aptitude de la laine sur la soie.
14 cas .... sur le coton.
4 cas .... la soie sur la laine.
14 cas .... sur le coton.
1 cas .... du coton sur la laine.

A CHAUD. Sur 17 cas.

3 cas d'égalité d'aptitude entre laine et soie. Carthame, gaude, bois jaune.
13 cas de supériorité d'aptitude de la laine sur la soie.
17 cas .... sur le coton.
1 cas .... la soie sur la laine. Cochenille + alun.
17 cas .... sur le coton.

IIIe DIVISION. — INFLUENCE DE LA VAPEUR SUR LES ÉTOFFES TEINTES.

§ I. — *Influence de la vapeur sur le ton de la couleur.*

Sur 50 étoffes mordancées teintes à froid.		Sur 49 teintes au bouillon.		
a) Elle n'a pas changé le ton de...	24	de....	27	= 51
b) Elle a élevé le ton de	20	de....	13	= 33
c) Elle a abaissé le ton de........	6	de....	9	= 15
				99

§ II. — *Influence de la vapeur sur la spécialité optique de la couleur.*

Sur 100 étoffes la vapeur n'a pas changé la spécialité optique de la couleur de 60.

Elle a donné du bleu à 16 étoffes.
Elle a donné du rouge à 12 étoffes.
Elle a donné du jaune à 12 étoffes.

§ III. — *Influence de la vapeur sur le rabat ou la bruniture de la couleur.*

Étoffes qui n'ont pas changé de ton.	La vapeur en a bruni...	17
	Débruni...	3
Étoffes qui ont haussé de ton.	La vapeur en a bruni...	9
	Débruni...	1
Étoffes qui ont baissé de ton.	La vapeur en a bruni...	1
		31

§ IV. — *Influence de la vapeur sur la stabilité de la couleur exposée au soleil.*

	Étoffes teintes à froid.		Etoffes teintes à chaud.	
La vapeur n'a point eu d'influence sur la stabilité de....................	25	de.....	22	= 47
Elle a augmenté la stabilité de........	9	de.....	7	= 16
Elle a abaissé la stabilité de....	6	de.....	14	= 20
	40		43	83

Dernières conclusions de l'ensemble de toutes mes expériences concernant l'influence que la vapeur exerce sur la stabilité de la couleur des étoffes teintes.

» En définitive, je crois le passage à la vapeur favorable :

» 1° A l'indigotine de cuve, surtout quand l'étoffe a été mordancée;

» 2° A la cochenille fixée par l'alun, par l'alun et le tartre, par le tartre et la composition d'étain sur la laine; particulièrement sur les laines passées à l'alun, et à l'alun et au tartre;

» 3° A la garance fixée par l'alun et le tartre, par le tartre et la composition;

» 4° Je n'oserais affirmer qu'elle le fût à la laine alunée et tartrée teinte au campêche, à la gaude et au bois jaune.

» Je crois le passage à la vapeur sans influence :

» 1° Sur les étoffes teintes avec le brésil;

» 2° Sur les étoffes de soie et de coton alunés, sur les trois étoffes passées au bain de physique et teintes avec le campêche;

» 3° Sur les étoffes teintes au fustet;

» 4° Sur la soie et le coton teints avec la gaude;

» 5° Sur la soie et le coton teints avec le bois jaune;

» 6° Sur les trois étoffes teintes avec le quercitron;

» 7° Sur les trois étoffes teintes avec le curcuma;

» 8° Sur la laine et la soie teintes avec l'acide picrique;

» 9° Sur les trois étoffes teintes au sumac;

» 10° Sur les trois étoffes teintes avec la noix de galle;

» 11° Sur les trois étoffes teintes avec l'orseille.

» Je crois le passage à la vapeur nuisible ou défavorable plus ou moins :

» 1° Aux étoffes teintes avec le carthame;

» 2° Aux étoffes teintes avec l'acide sulfindigotique;

» 3° Aux étoffes teintes avec le rocou;

» 4° Aux étoffes teintes avec la graine d'Avignon. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note au sujet d'une Lettre de* M. Hansen, *insérée dans le dernier cahier des* Monthly Notices; *par* **M. Delaunay.**

« Le dernier cahier des *Monthly Notices* de la Société Astronomique de Londres contient un extrait d'une Lettre de M. Hansen à M. Airy, dans lequel il est question de la théorie de la Lune. Entre autres choses, M. Hansen y indique une objection qu'il croit devoir faire à la manière dont j'ai calculé l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune. Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques remarques au sujet de cette objection.

» Je commence par reproduire en entier le passage de la Lettre de M. Hansen dont je veux parler (1).

« J'ai déjà montré que les anciennes éclipses ne peuvent être satisfaites » par la variation séculaire de Adams et Delaunay (*Comptes rendus*, t. L, » n° 10). Depuis j'ai essayé de ne pas tenir compte de l'inégalité dépen- » dant de 8V — 13E, mais j'ai trouvé que l'effet en est insignifiant, et que » les différences énormes qui existaient restent à peu près les mêmes. J'aurais » bien voulu ne rien dire à ce sujet jusqu'à ce que mon nouveau calcul de » la variation séculaire fût terminé; mais en présence des raisons que vous me » donnez, je ne puis me retenir de faire connaître ce que j'ai trouvé il y a

(1) *Monthly Notices*, vol. XXI, n° 5, p. 153.

» [illegible] un an sur cette question. La méthode que MM. Adams et Delaunay ont employée dans le calcul de la variation séculaire de la longitude moyenne de la Lune, demande qu'on introduise dans les coordonnées ou dans les éléments elliptiques de la Lune des termes de la forme suivante

$$at \left\{\begin{matrix}\sin\\ \cos\end{matrix}\right\}(ig + i'g' + K) + \frac{b}{n}\left\{\begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\right\}(ig + i'g' + K)\ldots(A)$$

» où a et b sont des coefficients numériques, i et i' des nombres entiers, g et g' les anomalies moyennes de la Lune et du Soleil, K une fonction du périgée et des nœuds, et n le moyen mouvement séculaire de la Lune. Il n'y a rien à dire contre cela; Plana et Pontécoulant, qui ont attaqué ce principe, sont en erreur sur ce point. On peut certes donner des méthodes dans lesquelles la seconde espèce des termes mentionnés ci-dessus ne doit pas entrer en considération; mais si la question est traitée comme Adams et Delaunay l'ont fait, ces termes doivent être introduits. Mais d'où ces termes proviennent-ils? Ils viennent des termes suivants des coordonnées du Soleil

$$a't \left\{\begin{matrix}\sin\\ \cos\end{matrix}\right\} i'g' + \frac{b'}{n}\left\{\begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\right\} i'g';\ldots(B)$$

» et la méthode qui demande qu'on tienne compte complétement des termes (A) demande naturellement aussi que l'on tienne compte des termes (B), et ils ne sont pas petits. Le plus grand des coefficients désignés par b' surpasse 90''. En outre la partie de la fonction perturbatrice de la Lune qui dépend des planètes contient des termes qui peuvent aussi contribuer à la variation séculaire de la longitude moyenne de la Lune; ils sont toutefois plus petits que ceux ci-dessus.

» J'ai parcouru avec soin tous les Mémoires de MM. Adams et Delaunay sur cette matière qui sont venus dans mes mains, et je n'ai pas pu y voir qu'on ait eu égard aux coefficients ci-dessus désignés par b', ni à ceux qui dépendent des planètes. Jusqu'à ce que je sois convaincu du contraire, je devrai donc admettre que ces termes n'ont pas été pris en considération; et j'y trouve de plus une raison de soupçonner que Delaunay peut avoir aussi négligé des termes dans le dernier calcul du coefficient de 3V − 13E. »

« L'objection formulée par M. Hansen dans ce passage de sa Lettre se réduit en définitive à ceci : MM. Adams et Delaunay devaient tenir compte

dans leurs calculs, non-seulement des termes (A), mais encore des termes (B); ils n'ont tenu compte que des termes (A) : donc leur détermination de la variation séculaire de la Lune est incomplète et par suite inexacte. Après avoir bien réfléchi à cette objection, je me vois dans la nécessité d'avouer qu'il m'est impossible de comprendre au juste ce que M. Hansen a voulu dire. Je regrette qu'il ne soit pas entré dans quelques développements à ce sujet; et puisqu'il a examiné à ce point de vue les Mémoires de M. Adams et les miens, j'aurais voulu qu'il indiquât en quel point nous n'avons pas tenu compte des termes (B) quand nous aurions dû le faire. Je me hasarderai cependant à entrer dans quelques explications sur le seul point de la théorie auquel les paroles de M. Hansen me paraissent pouvoir se rapporter.

» La marche que l'on suit pour déterminer les inégalités du mouvement de la Lune, comme de tout autre corps de notre système planétaire, est tellement nette, qu'il ne peut y avoir aucune ambiguïté pour personne. On part du mouvement elliptique que l'on considère comme une première approximation du mouvement de la Lune autour de la Terre. Dans cette première approximation, les trois coordonnées de la Lune (longitude, latitude et rayon vecteur) s'expriment en fonction du temps et de six constantes qui sont les éléments du mouvement elliptique; les formules qui en donnent les valeurs ne contiennent rien autre chose que ces sept quantités. Lorsque ensuite on veut aller plus loin, et tenir compte de l'action perturbatrice du Soleil, on cherche les inégalités que cette action introduit dans les six éléments dont il vient d'être question; et pour cela on se sert de la *fonction perturbatrice* dans laquelle entrent les coordonnées du Soleil avec toutes les inégalités dont ces coordonnées sont affectées. Si l'on prend en particulier dans ces inégalités du Soleil celles que M. Hansen désigne par (B), on en déduit pour les éléments de la Lune des termes qu'il désigne par (A). Qui ne voit que dès lors on n'a plus à se préoccuper des termes (B)? Les termes (A) qu'on en a déduits doivent seuls être introduits dans les expressions elliptiques des coordonnées de la Lune; comment en effet y introduirait-on *en même temps* les inégalités (B) des coordonnées du Soleil, puisque ces coordonnées n'entrent pas dans les expressions elliptiques des coordonnées de la Lune? Ce rappel succinct des principes les plus élémentaires de la détermination des inégalités suffira, je l'espère, pour montrer que l'objection de M. Hansen manque de toute espèce de fondement, en supposant toutefois que son objection porte sur ce point, et je ne vois pas qu'il puisse en être autrement. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire d'un de ses Correspondants pour la Section de Mécanique, *M. L. Vicat*. Le savant ingénieur est décédé à Grenoble le 10 de ce mois à l'âge de 75 ans, ainsi qu'on l'apprend par une Lettre de son fils, M. J. Vicat, adressée à M. le Président.

RAPPORTS.

ANTHROPOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Bourgarel**, *intitulé* : Des races de l'Océanie française et de celles de la Nouvelle-Calédonie en particulier.

(Commissaires, MM. Serres, Geoffroy-Saint-Hilaire, J. Cloquet rapporteur.)

« M. Bourgarel, chirurgien de la marine impériale, a mis à profit l'occasion qui lui était offerte pendant une campagne de trois ans dans l'Océanie, et une expédition à travers la Nouvelle-Calédonie à laquelle il avait été attaché comme chirurgien-major, pour recueillir des renseignements importants sur les caractères distinctifs, les mœurs et les coutumes des Néo-Calédoniens.

» Il a résumé ses recherches dans un Mémoire manuscrit, dont je vais avoir l'honneur de rendre compte à l'Académie, et qui ne comprend pas moins de 100 pages in-folio.

« Les Néo-Calédoniens, dit l'auteur, appartiennent au type mélanésien » ou nègre océanien ; ils ont une taille un peu supérieure à celle des Fran» çais et un système musculaire peu développé; la couleur de leur peau » varie du chocolat au jaune olivâtre foncé ; ils ont les cheveux noirs, flo» conneux et crépus, la barbe noire ; le crâne aplati en travers ; le front » étroit, bombé et fuyant ; les yeux ovales, enfoncés sous des arcades orbi» taires proéminentes et dirigés horizontalement ; le nez large, épaté ; les » pommettes saillantes ; des lèvres épaisses bordant une bouche large de » 6 centimètres ; les dents blanches, mais proclives ; le menton arrondi, » un peu proéminent. »

» L'île est peuplée, selon lui, par deux races distinctes : l'une appartenant au type mélanésien, qui paraît être la race primitive, et l'autre au type polynésien, et qui, d'après les renseignements pris par l'auteur, a envahi différents points de l'île dans le courant du siècle dernier, en a subjugué

les habitants et plus tard s'est mélangée avec eux, de manière à produire des métis nombreux qui retiennent des caractères des deux races.

» L'immigration d'ailleurs continue encore sur toute la côte Est de la Nouvelle-Calédonie.

» L'auteur appuie ces assertions sur des mesures très-nombreuses prises sur cinquante-sept têtes de Néo-Calédoniens, dont la plupart ont été recueillies par lui, et dont les autres ont été trouvées par des chirurgiens de l'expédition.

» De ces mesures il résulte :

» 1° Que la coupe horizontale du crâne se rapproche du rectangle pour la variété noire, tandis qu'elle est ovoïde dans la variété jaune;

» 2° Que tous les diamètres du crâne sont plus courts dans les deux races que chez les Européens, mais plus courts pour la race noire que pour la race jaune;

» 3° Que les os de la face sont, au contraire, beaucoup plus développés que dans la race caucasique; que l'angle facial est beaucoup plus aigu;

» 4° Qu'enfin, tandis que le frontal est à peine élevé, que la voûte du crâne est peu développée et fuyante en arrière, l'occipital présente, au contraire, un développement considérable et forme une cavité située au-dessous du niveau des apophyses mastoïdes : caractères qui rapprochent les Néo-Calédoniens de la race nègre, et sont plus marqués sur les individus de la variété noire que sur ceux de la variété jaune.

» En examinant le reste du squelette, M. Bourgarel a reconnu des caractères qui appartiennent à la race nègre, et d'autres qui se retrouvent chez les Polynésiens, ce qui vient confirmer cette opinion que la population actuelle de l'île résulte du mélange d'une race primitive nègre et d'émigrants de la Polynésie.

» Enfin pour compléter la démonstration de ce fait remarquable, l'auteur, après avoir rappelé les caractères distinctifs de la race polynésienne, et les avoir déduits de vingt-cinq têtes, établit un parallèle entre cette race et les habitants de la Nouvelle-Calédonie, et prouve que, si les Polynésiens se rapprochent de la race caucasique beaucoup plus que les Néo-Calédoniens, il est pourtant facile de leur trouver un grand nombre de caractères communs avec les individus jaunes-olivâtres de la Nouvelle-Calédonie, tandis qu'ils n'en ont aucun avec la variété noire qui, elle, participe, au contraire, des signes distinctifs de la race nègre.

» M. Bourgarel donne ensuite les caractères extérieurs des Néo-Calédo-

niens, et de sa description il résulte encore que cette race est intermédiaire entre la race nègre et la race polynésienne.

» Voici l'analyse de cette longue description faite, comme tout le Mémoire d'ailleurs, avec le soin le plus minutieux.

» La peau de ce peuple est douce et fraîche, même par les plus grandes chaleurs, mais elle exhale une odeur des plus fortes et des plus désagréables; le système pileux est en général très-développé; les cheveux sont crépus ou plutôt floconneux, ordinairement d'une couleur très-foncée, mais cependant roux chez certains sujets qui présentent alors sur différents points de la peau des taches de rousseur : circonstance assez curieuse sur des individus si rapprochés des nègres, et qui, suivant la remarque de M. Bourgarel, rappelle l'*homme roux* que M. Eusèbe Desalle regarde comme le type dont dérivent toutes les races humaines.

» La barbe est assez fournie, mais les moustaches manquent souvent; les yeux sont grands, droits, ovalaires; l'iris de couleur marron ou brun orangé; les sclérotiques jaunâtres; l'œil vif et très-mobile; les lèvres proclives, brunes, plus épaisses que chez l'Européen, mais beaucoup moins que chez le nègre, et circonscrivant une bouche largement fendue et munie de dents fortes, bien rangées et ayant la blancheur de l'ivoire.

» Aussi, dit l'auteur, quand ils veulent manifester leur joie et qu'ils ouvrent leur énorme bouche, « à la vue du formidable râtelier dont elle est » armée, on songe malgré soi au goût si prononcé qu'ils ont pour la chair » humaine. »

» Leur taille est assez élevée, car, d'après M. Bourgarel, la moyenne est pour eux de $1^m,670$, tandis que pour les Français elle n'est que de 1,657.

» Mais leur système musculaire est très-médiocrement développé et leurs membres grêles, surtout les inférieurs.

» Les femmes présentent les mêmes caractères extérieurs, si ce n'est que leur taille est très-peu élevée.

» Les habitants de la Nouvelle-Calédonie sont intelligents, mais cupides, fourbes et ingrats; ils ne paraissent susceptibles d'aucun sentiment affectueux; ils poussent la paresse au point que, tout en reconnaissant la supériorité des Européens, et les avantages matériels qu'ils pourraient se procurer en les imitant, ils aiment mieux ne rien faire et supporter les inconvénients de l'oisiveté. *Souffrir pour souffrir*, disent-ils, *mieux vaut avoir faim que travailler.* Aussi, chez eux, les femmes sont-elles esclaves : ce sont elles qui doivent non-seulement s'occuper des travaux domestiques, mais encore

se procurer les provisions nécessaires et se livrer même preque seules à la culture; aussi la multiplicité des femmes est-elle pour les Néo-Calédoniens une source de bien-être, et l'existence de la polygamie l'obstacle le plus sérieux que rencontre la propagation de la foi chrétienne. *Une seule femme! Vous voulez donc me ruiner!* disent les habitants du pays à nos missionnaires.

» Leurs mœurs sont arrivées au dernier point de dissolution. Le mari ne parle guère à sa femme, n'habite pas avec elle; les hommes se réunissent ensemble, se livrent au plus odieux libertinage, afin de n'avoir pas à nourrir des enfants, dont ils ne s'occupent pourtant pas; d'où résulte une dépopulation rapide du pays.

» Le vêtement est réduit chez eux à sa partie indispensable; il consiste pour les femmes en une ceinture à laquelle pend une frange épaisse de 10 à 15 centimètres; il est encore plus simple pour les hommes. Par les temps froids et pluvieux les deux sexes portent un manteau en paille tressée.

» La coiffure varie suivant la position sociale de l'individu : ceux de la classe inférieure portent leurs cheveux ras; les chefs relèvent leurs cheveux, auxquels ils laissent une longueur de 2 ou 3 décimètres et les maintiennent par une pièce d'étoffe blanche, ou les réunissent en nattes nombreuses, selon qu'ils appartiennent au nord ou au sud de l'île. Cette chevelure, très-mal soignée d'ailleurs, est toujours habitée par un grand nombre de parasites que leurs nourriciers mangent avec volupté.

» Leur nourriture se compose essentiellement de végétaux, de coquillages et de poissons. L'usage des boissons fermentées leur est heureusement inconnu. Le bétel n'est point cultivé dans l'île, mais ils ont un goût très-prononcé pour le tabac, qui sert actuellement de monnaie pour les transactions.

» Le tatouage en relief est généralement pratiqué par eux de la manière la plus cruelle. « Ils prennent, dit M. Bourgarel, une des plus petites nervures des feuilles du cocotier, y mettent le feu et appliquent sur la peau » ce charbon incandescent en soufflant dessus avec force pour activer la » combustion. Une cautérisation profonde est le résultat de l'application de » cette espèce de moxa; la croûte qui se forme est arrachée tous les jours, » et la plaie, ainsi avivée constamment, s'élargit, suppure et bourgeonne » de manière à former un véritable champignon. Lorsque le Kanac (1) trouve

(1) Nom des habitants de la partie septentrionale de l'île.

» la tumeur assez volumineuse, il cesse de l'irriter, la lotionne avec de l'eau » fraîche, et une cicatrice solide ne tarde pas à se former ; il reste alors un » tissu cicatriciel brillant, d'une couleur un peu plus claire que la peau » environnante et qui ressemble à un gros bouton de 15 à 20 millimètres » de diamètre. » Si encore de semblables mutilations n'étaient subies que librement et pour satisfaire à la mode! mais il paraît qu'un usage barbare les inflige aux femmes à la mort d'un grand chef.

» Les habitations des Néo-Calédoniens sont des plus simples et se ressentent de cette paresse qui leur est si chère; ce sont des huttes de six à dix pieds de hauteur, formées par une charpente de bois recouverte de paille ou d'écorces et n'ayant d'autre ouverture qu'une porte d'un mètre de haut: comme ils y allument du feu pendant l'hiver, ils s'y trouvent incessamment plongés dans une atmosphère épaisse de fumée qui entretient chez eux des blépharites chroniques, d'où M. Bourgarel croit leur venir l'habitude d'avoir continuellement les yeux à moitié fermés.

» Les cases des chefs ont plus d'apparence au dehors, mais elles ne diffèrent de celles du peuple que par la grandeur. Ces habitations sont d'ailleurs disposées d'une manière assez régulière.

» A l'extrémité d'une grande allée de cocotiers s'élève la case du chef, et souvent à l'autre extrémité celle du grand chef, qui a ainsi une maison dans chaque village; des deux côtés de l'allée sont symétriquement placées les huttes du peuple, et derrière sont d'autres cases à peu près semblables, mais sans porte, qui servent de magasins.

» Je viens de parler du chef et du grand chef; c'est qu'en effet il paraît que le gouvernement néo-calédonien est une véritable féodalité, dans laquelle se trouve un seigneur suzerain, maître absolu en principe de tout ce qui est dans ses États, hommes, femmes, enfants, armes, etc., et des seigneurs obligés d'obéir à ses ordres et de le suivre à la guerre, mais d'ailleurs maîtres, absolus aussi, dans leur district, des nobles et des serfs.

» Le plus précieux apanage du pouvoir souverain était, à ce qu'il paraît, naguère encore, le droit de faire égorger chaque jour un homme pour sa table; mais cet abus a disparu, et on se contente maintenant de manger les malfaiteurs et les prisonniers de guerre; c'est d'ailleurs un mets réservé pour la table des puissants et auquel le pauvre peuple ne peut aspirer.

» Le climat de la Nouvelle-Calédonie est chaud et humide; la température, très-variable, peut monter dans une journée de 10 à 25°.

» La scrofule et la phthisie pulmonaire y sont fréquentes, ainsi que les bronchites et les diarrhées, mais la dyssenterie y est rare et sans gravité.

» En outre, apparaissent souvent des épidémies terribles qui font de grands ravages, mais dont l'auteur ne peut spécifier la nature.

» Chose étrange! sur ce sol couvert de marais, par cette température molle et énervante, les fièvres intermittentes sont inconnues. Il est presque inutile de dire que les affections cutanées, surtout de la forme pustuleuse, y sont endémiques, de même que les maladies chroniques des yeux et des paupières.

» Les circonstances hygiéniques dans lesquelles vivent ces peuples suffisent amplement pour l'expliquer; et comme si ce n'était pas assez de toutes ces influences nuisibles pour décimer la population, les Néo-Calédoniens ont adopté un genre de sépulture qui devient une nouvelle cause d'infection.

» Au lieu d'enterrer les morts, ils les exposent dans des bois sacrés, soit à la surface du sol, soit au milieu des branches d'un arbre, après avoir, quand c'est le cadavre d'un chef, détaché la tête, qui est cachée loin de là, dans quelque anfractuosité de rocher, afin qu'un ennemi ne vienne pas la ravir pour s'en faire un trophée.

» Tels sont, Messieurs, les faits les plus remarquables contenus dans l'intéressant Mémoire dont vous nous avez chargés de vous rendre compte.

» L'auteur a eu le grand mérite d'utiliser les rares loisirs que lui laissait un service pénible pour rassembler des documents importants sur un pays encore très-peu connu, mais que nous avons un grand intérêt à connaître depuis qu'une colonie y est fondée.

» Il a accompli ce travail avec talent, a discuté avec sagacité les matériaux qu'il avait amassés, et indiqué avec la plus grande bonne foi ce que l'on devait regarder comme certain, ce qui était douteux, ce qui lui était inconnu, qualité trop rare, et d'un très-bon exemple.

» Il est arrivé à mettre hors de doute ce fait nouveau et d'une grande importance, l'immigration incessante des îles diverses de la Polynésie dans la Nouvelle-Calédonie, immigration qui a pour effet de remplacer graduellement la race indigène par une race supérieure.

» Nous pensons donc que l'auteur mérite d'être encouragé, et nous avons l'honneur de proposer à l'Académie de remercier M. Adolphe Bourgarel de son intéressante communication, de l'engager à persévérer dans la voie où il est entré, de déposer honorablement son Mémoire dans vos archives, et d'adresser une copie du présent Rapport à Son Excellence M. le Ministre de la Marine. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Associé étranger vacante par suite du décès de M. Tiedemann.

Aux termes du Règlement, cette Commission doit être composée du Président de l'Académie et de six Membres pris par moitié dans les Sections des Sciences mathématiques et dans les Sections des Sciences naturelles.

D'après les résultats du scrutin, cette Commission sera composée ainsi qu'il suit : M. Milne Edwards, Président en exercice; MM. Liouville, Élie de Beaumont, Chasles (Sciences mathématiques); MM. Dumas, Flourens, Boussingault (Sciences naturelles).

MÉMOIRES LUS.

MINÉRALOGIE. — *Du mode de formation de la topaze et du zircon;* *par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

(Commissaires, MM. de Senarmont, Delafosse, Balard.)

« On a pu quelquefois, à la suite d'expériences tentées dans nos laboratoires, préjuger le mode de formation de certaines espèces minérales que l'on rencontre dans la nature; mais nos conclusions ne deviennent vraiment rigoureuses qu'à la condition de montrer les circonstances physiques et chimiques au milieu desquelles on s'est placé, non-seulement comme suffisantes pour expliquer la formation des minéraux, mais encore comme nécessaires à leur production. On n'est pas toujours assez heureux pour obtenir ce degré de certitude, mais il existe des cas où l'on approche tellement de la rigueur, qu'on peut avoir tout espoir d'être arrivé à la vérité. C'est ce qui arrive, par exemple, pour la topaze et le zircon.

» Quand on fait passer du fluorure de silicium sur de l'alumine calcinée, placée dans un tube de porcelaine (1) et chauffée au rouge blanc, on la convertit entièrement en staurotide (2); il se dégage du fluorure

---

(1) Il est bon d'introduire dans ce tube de porcelaine un autre tube en charbon de cornues, et de mettre l'alumine dans des nacelles également en charbon. (*Voir* la description de ces appareils dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 194.

(2) Cette staurotide, obtenue par M. Caron et moi (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 764), ne

d'aluminium, que l'on peut recueillir, et qui est identique avec celui que j'ai préparé quand j'ai obtenu le silicium cristallisé (diamant de silicium) (1). Cette staurotide, qui est un prisme rhomboïdal droit, a des analogies de forme et de propriétés optiques avec la staurotide naturelle. Elle est composée de la même manière, comme le prouvent mes analyses :

Silice.........	29,1	29,5	SiO^3.........	30,2
Alumine......	70,9	70,2	$2Al^2O^3$.......	69,8
	100,0	99,7		100,0

et doit être représentée par la formule minéralogique $SiAl^2$. Elle ne contient pas trace de fluor.

» Cette circonstance m'a conduit à faire l'expérience suivante. J'ai mis dans un tube de porcelaine placé verticalement des couches alternatives et cylindriques d'alumine et de quartz, commençant par l'alumine et finissant par le quartz, et j'ai fait passer sur ce système de corps ainsi disposés et chauffés au rouge blanc un courant de fluorure de silicium. La couche d'alumine s'est transformée en staurotide ($SiAl^2$), avec production de fluorure d'aluminium, qui, rencontrant du quartz ou de la silice, a été entièrement absorbé; par suite, on obtient encore la même staurotide ($SiAl^2$), et l'on régénère le fluorure de silicium, et ainsi de suite, de manière que l'alumine et le quartz se trouvent changés tous les deux en la même matière cristallisée, la staurotide dont je viens de donner l'analyse. Comme la dernière couche est formée avec du quartz, et comme il n'est resté aucune trace de fluor dans les matières enfermées dans le tube de porcelaine, il s'ensuit qu'après toutes ces transformations il est sorti de mon appareil autant de fluorure de silicium qu'il en était entré, ce qui est d'ailleurs facile à constater par expérience. Ainsi le fluor, ne se fixant nulle part, a servi à transporter l'une sur l'autre les deux substances les plus fixes et les plus difficiles à combiner que nous connaissions : la silice et l'alumine.

---

peut être confondue avec la staurotide naturelle, qui contient toujours beaucoup de fer, et celle-là, je n'ai jamais pu la reproduire par ce procédé. Quelques doutes me restent même sur l'identité de leurs formes cristallines. Je reviendrai plus tard sur cette question intéressante au point de vue de la philosophie naturelle.

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, t. XLIX, mes Mémoires sur le silicium et les sesquifluorures métalliques.

Une quantité très petite de fluor suffit donc pour transformer en staurotide ou minéraliser des quantités indéfinies de silice et d'alumine.

» Mes analyses, qui confirment à très-peu près celles de MM. Forchhammer, me donnent pour la composition de la topaze les nombres suivants, qui se rapportent aux éléments les moins volatils de ce minéral :

	Topaze de Saxe.	Topaze du Brésil.
Silice	22,3	25,1
Alumine	54,3	53,8
Silicium	6,5	5,8
Fluor	17,3	15,7
	100,4	100,4

» Il semble tout d'abord que cette singulière substance aurait pu se former par l'action du fluorure de silicium sur l'alumine dans les circonstances que je viens de détailler : il n'en est rien, et jamais je n'ai obtenu dans mes expériences rien qui ressemblât à la topaze. Bien mieux, en mettant de la topaze du Brésil dans le courant de fluorure de silicium à côté de l'alumine, qui se transforme en staurotide, cette topaze a été entièrement décomposée en perdant 22 pour 100 de son poids. Cette expérience démontre de la manière la plus nette que la topaze ne peut être reproduite dans nos laboratoires, et n'a pu être formée dans la nature par le contact de l'alumine et du fluorure de silicium à haute température.

» La topaze a dû être formée par voie humide ; ce qui le prouve, ce sont les observations du Dr Brewster sur les liquides qu'elle renferme, ce sont les résultats de mes propres analyses (1) où j'ai dosé une matière volatile que j'ai considérée comme pouvant être de l'eau, qui serait, d'après M. Lewy, une matière organique, et d'après M. Delesse, une matière organique azotée. Mais à ces arguments péremptoires vient se joindre une observation à laquelle j'attache quelque importance. J'ai trouvé du vanadium dans un grand nombre de matières alumineuses hydratées, la gibbsite des Baux en particulier ; j'en trouve également dans des topazes qui, je crois, viennent du Brésil ; et ce caractère commun à un assez grand nombre de substances qui se décomposent ou se transforment par l'action du feu me paraît être un indice de l'intervention de l'eau dans la formation des minéraux qui ont conservé du vanadium. Si je pouvais ici hasarder une hypothèse, je dirais

(1) *Sur la composition des substances volatiles des silicates naturels* (Leçons lithographiées d'analyse minéralogique professées à l'École Normale).

que c'est sans doute de ces acides hydro-fluo-aluminiques que j'ai décrits dans un récent Mémoire, qu'on fera dériver le plus facilement la topaze.

» La chondrodite ou la humite, et même les silicates de chaux et de magnésie ne peuvent non plus se former sous l'influence du fluorure de silicium ; car la magnésie ou la chaux, quand on les chauffe dans ce gaz, se transforment en matières vitreuses ou cristallines dont la composition n'a aucun rapport avec les minéraux des filons et des terrains métamorphiques. Voici la composition de ces substances, qui sont constituées atomiquement de la manière la plus simple; leur formule, donnée dans l'hypothèse suivante, rend très-bien compte de leur formation :

Silice	25,3	SiO^3......	25,3	Silice	24,3	SiO^3......	23,8
Magnésie ..	22,8	2 MgO....	22,3	Chaux	14,7	CaO......	14,6
Magnésium.	20,9	3 Mg......	20,4	Calcium ...	31,0	3 Ca......	31,6
Fluor p. d..	31,0	3 Fl	32,0	Fluor p. d..	30,0	3 Fl	30,0
	100,0		100,0		100,0		100,0

» Avec la glucyne, qui donne, comme l'alumine, un fluorure volatil, j'ai espéré obtenir la phénakite. En faisant passer au rouge blanc du fluorure de silicium sur la glucyne, on obtient, en outre du fluorure de glucyum, des cristaux très-beaux, que je n'ai pas encore mesurés, mais que je ne peux identifier avec aucune espèce minérale connue jusqu'ici, car elle m'a donné les résultats suivants :

Silice..................	65,8	2 ?
Glucyne...............	33,3 }	1
Oxyde de fer...........	0,6 }	
	99,7	

» Ainsi le fluorure de silicium, par voie sèche, ne donne aucun minéral de filon connu, du moins jusqu'ici; mais il n'en est pas de même d'une matière qu'on rencontre dans les terrains volcaniques, le zircon, et qui se produit avec les formes les plus belles lorsqu'on fait passer du fluorure de silicium sur la zircone. Les cristaux octaédriques qu'on obtient ainsi, et que j'ai mesurés, présentent l'analogie la plus complète avec les zircons de la Somma (Vésuve). Les mêmes facettes, les mêmes angles (l'octaèdre carré seulement avec des incidences de 123° 20′), les mêmes apparences extérieures les confondent, et aussi la certitude presque entière que leur formation a eu lieu sous l'influence du feu. Et ici encore je peux démontrer avec la plus complète rigueur que de petites quantités de fluor, dont la présence existe dans

les terrains métamorphiques de cette espèce, ont suffi pour produire des quantités indéfinies de zircon.

» Si, en effet, on place dans un tube de porcelaine des couches alternatives de zircone et de quartz, en commençant par la zircone et finissant par le quartz, la zircone se transforme, au contact du fluorure de silicium, en zircon et fluorure de zirconium volatil : celui-ci, rencontrant le quartz, en fait du zircon et du fluorure de silicium, etc. Finalement, la minéralisation s'est faite dans tout le tube de porcelaine, et il en est sorti précisément autant de fluorure de silicium qu'il en est entré. Le fluor en effet ne s'est fixé nulle part.

» Que l'Académie me permette, à la fin de ce travail, de la remercier des secours qu'elle a bien voulu m'accorder pour l'amener à bonne fin. C'est grâce à ses allocations que j'ai pu, dans le laboratoire de l'École Normale, où je manquais de ressources jusqu'à ces derniers temps (1), entreprendre mes travaux sur les corps simples, le carbone, le bore, le silicium, l'aluminium, travaux que je poursuis aujourd'hui sur les corps rares, le vanadium, le titane, le zirconium et le niobium; que j'ai pu, soit seul, soit avec la collaboration de mes élèves, reproduire un grand nombre des oxydes, bromure et iodure métalliques, des phosphates et des silicates naturels (2). Il ne me restait plus, pour payer ma dette à l'Académie, en lui montrant les principaux types des espèces minérales reproduits dans mon laboratoire, que d'exposer une méthode pour obtenir par voie sèche les sulfures métalliques. Ce sera le sujet d'une prochaine communication. »

OPTIQUE MINÉRALOGIQUE. — *Mémoire sur un nouveau procédé propre à mesurer l'indice moyen et l'écartement des axes optiques dans certaines substances où cet écartement est très-grand, et sur la séparation de plusieurs espèces minérales regardées jusqu'ici comme isomorphes; par* **M. Des Cloizeaux.**

(Renvoi à la Section de Minéralogie et de Géologie.)

« Dans deux communications précédentes que j'ai eu l'honneur de pré-

---

(1) M. le Ministre de l'Instruction publique, désireux de protéger efficacement les sciences, vient de placer l'École Normale au rang des établissements les plus favorisés en ce qui concerne les fonds alloués aux laboratoires.

(2) Tous ces échantillons sont exposés dans la belle collection de l'École des Mines, grâce à la bienveillance de M. de Senarmont.

senter à l'Académie en 1857 et 1859, j'ai fait voir de quelle utilité pouvait être l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la connaissance exacte des substances cristallisées. Depuis cette époque, j'ai poursuivi mes observations sur ce sujet, en m'attachant surtout à l'étude des questions que la chimie ou la cristallographie n'avaient encore pu résoudre; je suis arrivé ainsi à des résultats pour la plupart inattendus, et qui me paraissent de nature à montrer clairement le rôle que l'optique est appelée à jouer dorénavant dans l'examen des cristaux naturels ou artificiels, surtout lorsque ces cristaux ont une forme imparfaite dont on ne peut constater qu'une seule zone, ou que l'apparente symétrie de leurs modifications jette de l'incertitude sur le type cristallin auquel on doit les rapporter.

» La détermination des propriétés optiques d'un cristal biréfringent à deux axes, pour être complète, doit comprendre l'orientation du plan de ces axes et de leurs bissectrices, la mesure de leur écartement, le genre de dispersion qu'ils manifestent et la valeur des trois indices principaux ou au moins celle de l'indice moyen du cristal. Les difficultés que l'on rencontre pour obtenir ces divers éléments sont de plusieurs espèces, mais la principale avait été jusqu'ici l'absence d'un procédé d'observation applicable à des substances susceptibles de fournir seulement des lames très-petites, d'une faible biréfringence, ou d'une fragilité telle, que leur travail est impossible dans certaines directions. En combinant diverses parties empruntées aux microscopes polarisants imaginés par MM. Amici et Nörremberg, j'ai obtenu un instrument qui possède à la fois un champ très-étendu embrassant le premier anneau de chaque système dans une topaze où l'écartement des axes est de 121° et un foyer très-long permettant de voir très-nettement les phénomènes produits par le passage d'un faisceau de rayons convergents à travers des plaques isolées ou montées entre deux prismes d'une épaisseur totale de près de 2 centimètres. J'ai donc pu disposer entre l'éclaireur et l'objectif de cet instrument un petit goniomètre d'une forme particulière, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie (1), et à l'aide duquel l'écartement apparent des axes se mesure très-exactement sur une lame de moins de 1 millimètre de côté, pourvu que cet écartement ne dépasse pas 135°. Si l'écartement est supérieur à 135°, les rayons lumineux, à leur sortie du cristal, arrivent dans l'air presque à la réflexion totale, et on est alors obligé d'opérer dans l'huile. L'observation se fait avec facilité, en disposant le microscope horizontalement au-devant

(1) L'appareil a été disposé et construit par M. H. Soleil.

d'un prisme de Nicol chargé de fournir de la lumière polarisée et en plaçant, entre l'éclaireur et l'objectif, une cuve à faces parallèles pleine d'huile, dans laquelle plonge le cristal. Une tige verticale, terminée par une pince destinée à soutenir le cristal, est fixée à frottement doux au centre d'une alidade qui se meut sur un cercle horizontal gradué. Parmi les nombreuses substances pour lesquelles on est obligé d'avoir recours à ce second procédé, les unes sont susceptibles de fournir le prisme destiné à la mesure de leur indice moyen, les autres ne se prêtent pas au travail nécessaire pour se procurer ce prisme. Dans le premier cas, une seule plaque, normale à l'une des bissectrices, suffit pour constater la nature de la dispersion des axes autour de cette bissectrice et pour calculer leur écartement réel, car si l'on désigne par V le demi-angle réel des axes, par n l'indice de l'huile, par β l'indice moyen de la substance et par H le demi-angle apparent dans l'huile, on a la relation bien connue

$$\sin V = \frac{n}{\beta} \sin H.$$

» Dans le second cas, qui se rencontre surtout parmi les sels artificiels et les minéraux doués d'une double réfraction énergique, très-tendres ou très-fendillés, tels que le *soufre*, la *Thénardite*, l'*enstatite*, la *Wohlérite*, etc., si l'on peut extraire d'un même échantillon deux plaques normales, l'une à la bissectrice *aiguë*, l'autre à la bissectrice *obtuse*, la valeur de V s'obtiendra indépendamment de β et de n. En effet, si nous appelons V_a et V_o le demi-angle aigu et le demi-angle obtus réel des axes, H_a et H_o le demi-angle aigu et le demi-angle obtus apparent dans l'huile, nous poserons

$$\sin V_a = \frac{n}{\beta} \sin H_a, \quad \sin V_o = \frac{n}{\beta} \sin H_o;$$

mais

$$\sin V_o = \cos V_a,$$

donc

$$\tang V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o}.$$

L'angle V_a une fois connu, β se calculera au moyen de l'équation

$$\beta = n . \frac{\sin H_a}{\sin V_a}.$$

Cette manière de déterminer β ne peut, du reste, être considérée que comme

approximative, puisque la mesure de l'écartement dans chaque plaque n'est pas toujours susceptible d'une très-grande précision, et il ne faut y avoir recours qu'à défaut du procédé direct. Il est clair également que les deux lames doivent être prises sur le même échantillon et aussi près que possible l'une de l'autre, pour éviter les variations si fréquentes dans l'homogénéité des cristaux. En observant ces précautions, j'ai trouvé que les différences entre les valeurs de l'indice moyen calculées par la méthode directe du prisme réfringent et par la méthode indirecte des deux plaques perpendiculaires l'une à l'autre étaient généralement faibles et ne portaient que sur la seconde décimale. Les faits les plus saillants qui résultent de mes observations sont les suivants :

» 1° « La *Gadolinite* comprend trois variétés confondues jusqu'ici en une seule espèce. La première possède la double réfraction à deux axes, avant ou après calcination; chauffée au rouge sombre, elle devient incandescente, reste infusible et conserve presque toute sa transparence. La seconde agit sur la lumière polarisée comme une matière absolument amorphe; au chalumeau, quelques échantillons gonflent un peu en devenant incandescents, d'autres gonflent beaucoup sans incandescence; tous donnent une masse grise, translucide, homogène. La troisième, qui comprend la grande majorité des échantillons connus, offre un mélange en proportions variables des deux premières variétés; ce mélange constitue une masse hétérogène dans laquelle sont irrégulièrement disséminées des plages biréfringentes et des plages monoréfringentes avant ou après calcination.

» 2° L'*enstatite*, bisilicate de magnésie et d'oxyde ferreux, se présente en cristaux imparfaits clivables suivant les faces et suivant les plans diagonaux d'un prisme rhomboïdal de 92° et 88° : ses clivages et sa composition l'avaient fait regarder comme un pyroxène magnésien infusible au chalumeau; mais le plan de ses axes optiques est parallèle à la petite diagonale du prisme, et par conséquent perpendiculaire à la direction qu'il occuperait dans un pyroxène; leur bissectrice *aiguë* est parallèle et leur bissectrice *obtuse* perpendiculaire à l'arête verticale du prisme de 92°; enfin la dispersion est symétrique autour des deux hyperboles; l'enstatite appartient donc au système du prisme rhomboïdal droit. Des mesures prises dans l'huile sur deux plaques normales aux deux bissectrices m'ont donné pour l'écartement réel des axes et pour l'indice moyen :

$$2V = 69^\circ 42' \quad \beta = 1,64 \text{ rayons rouges.}$$

» 3° Les diverses variétés de *bronzite* avaient également été rapportées

au pyroxène, à cause de leurs clivages et de leur composition qui s'exprime par la formule générale

$$RO, SiO^2,$$

dans laquelle RO ne comprend que de la magnésie et un peu d'oxyde ferreux; mais l'orientation des axes optiques et celle de leurs bissectrices étant absolument la même dans les bronzites que dans l'enstatite, on peut réunir ces deux substances en une seule espèce. L'écartement réel et l'indice moyen sont seulement un peu plus forts dans les bronzites où j'ai trouvé

$$2V = 82^\circ 52' \quad \text{et} \quad \beta = 1,668$$

pour une variété de Kupferberg.

» 4° L'*hypersthène*, considéré autrefois par Haüy comme une espèce à part, était devenu pour la plupart des minéralogistes une variété de pyroxène ferromagnésien; mais ses propriétés optiques biréfringentes sont caractéristiques du système rhombique, le plan de ses axes optiques est encore parallèle à la petite diagonale d'un prisme droit d'environ 93°, seulement c'est sa bissectrice aiguë qui est normale au plan tangent à l'arête obtuse de ce prisme; sa composition est caractérisée par une forte proportion d'oxyde ferreux remplaçant la chaux et une partie de la magnésie. On peut donc, soit revenir à l'opinion émise autrefois par Haüy, soit regarder l'hypersthène comme une bronzite très-ferrifère. Quoi qu'il en soit, les observations que je viens de rapporter prouvent que jusqu'à présent on ne connaît pas dans la nature de pyroxène cristallisé entièrement magnésien, et que la chaux paraît être un élément essentiel à la constitution de ce minéral. D'un autre côté, j'ai montré dans mon Mémoire publié en 1859 que la *Wollastonite*, regardée par quelques chimistes comme un pyroxène exclusivement calcaire, offrait des formes cristallines et des propriétés optiques qui s'opposaient à ce qu'on adoptât cette assimilation.

» 5° L'*anthophyllite* se présente en cristaux bacillaires clivables suivant les faces d'un prisme de 125° et suivant ses plans diagonaux; sa composition la faisait considérer comme une amphibole dont toute la chaux était remplacée par de l'oxyde ferreux; mais la position de ses bissectrices et la symétrie des couleurs qui bordent les hyperboles de ses deux systèmes d'anneaux prouvent que sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit. Les analyses publiées jusqu'à ce jour font voir, qu'à l'exception de plusieurs asbestes et de la *cummingtonite* qu'on rencontre en masses fibreuses renfer-

mant jusqu'à 32 pour 100 d'oxyde ferreux, aucune amphibole ne paraît pouvoir exister sans la présence de 10 à 14 pour 100 de chaux.

» 6° La *Sillimanite* est un silicate d'alumine en longs prismes minces sans terminaisons distinctes, facilement clivables dans une seule direction, qui a été pendant longtemps réunie au disthène. Depuis quelques années MM. G. Rose et Dana avaient proposé de la regarder comme une variété de ce minéral caractérisée par un *facies* particulier et par une densité notablement plus faible. Les phénomènes optiques qu'elle présente conduisent à faire dériver ses formes d'un prisme rhomboïdal droit complétement incompatible avec le prisme doublement oblique du disthène. Le plan des axes optiques est parallèle au clivage facile et la bissectrice *aiguë* parallèle aux arêtes verticales du prisme primitif; la dispersion est très-forte et parfaitement symétrique des deux côtés de cette bissectrice; j'ai trouvé pour l'angle apparent dans l'air : $2E = 44°$ rayons rouges; 42° à 43° rayons verts; 37° à 38° rayons bleus; $\beta = 1,66$ rayons rouges. Une analyse récente de M. Damour prouve que les proportions de silice et d'alumine sont un peu différentes de celles qui existent dans le disthène. D'après l'identité des caractères optiques, j'ai fait voir dans un Mémoire inséré en 1859 au tome XVI des *Annales des Mines*, que c'est à la Sillimanite et non au disthène que doivent être réunies les diverses substances connues sous les noms de *monrolite*, *Bucholzite*, *fibrolite*, *bamlite*, *xénolite*, et *Worthite*.

» 7° La *Zoïsite* en prismes grisâtres et la *thulite* en petits cristaux roses plus ou moins imparfaits, facilement clivables dans une seule direction, offrent une composition qui se rapporte très-nettement à une épidote dans laquelle la quantité d'oxyde ferrique ne dépasse pas 4 pour 100; aussi, malgré quelques différences signalées par M. Brooke entre les formes de la Zoïsite et celles de l'épidote, regardait-on généralement la Zoïsite comme une épidote calcaire; mais la Zoïsite et la thulite ont leurs axes optiques orientés dans un plan parallèle au clivage facile, leur bissectrice est normale à l'arête obtuse du prisme *droit* de 116° 16′ qu'on peut prendre pour leur forme primitive, et la dispersion très-considérable est parfaitement symétrique autour de cette bissectrice; tous leurs caractères physiques sont donc différents de ceux de l'épidote. Dans une Zoïsite vitreuse de Bavière, j'ai trouvé que l'écartement apparent des axes était : $2E = 42°$ à 44° rayons rouges; 50° à 52° rayons verts; 65° à 70° rayons bleus; l'indice moyen $\beta = 1,70$ rayons rouges. D'après les nombreuses analyses connues jusqu'ici, toutes les épidotes en prisme oblique contiennent une proportion d'oxyde ferrique variant de 10 à 16 pour 100; la Zoïsite n'en renferme

jamais plus de 4 pour 100. On ne peut donc pas rigoureusement admettre qu'elles constituent une espèce dimorphe, et on doit les considérer comme entièrement distinctes.

» 8° Les nombreux silicates connus sous les noms de *cérine*, d'*Allanite* et d'*orthite*, lorsqu'ils sont cristallisés, offrent des formes voisines de celles de l'épidote; les uns sont anhydres, les autres hydratés; leur composition, très-complexe, n'a pu être encore déterminée d'une manière bien exacte, à cause des oxydes de cérium, de lanthane et de didyme qu'ils renferment. Dans le groupe des Allanites anhydres comme dans celui des orthites hydratées, on trouve des substances d'aspect entièrement semblable dont les unes possèdent la double réfraction à deux axes, tandis que les autres sont monoréfringentes. On est donc conduit à admettre, ou qu'il existe dans chacun de ces groupes plusieurs espèces distinctes, ou que l'Allanite et l'orthite possèdent comme le quartz deux états moléculaires différents, l'un cristallisé et l'autre amorphe susceptible de fournir des pseudomorphoses.

» Je ne veux pas abuser plus longtemps des moments de l'Académie en multipliant les citations des faits que j'ai été à même de constater. J'espère que celles qui précèdent suffiront, maintenant que les procédés d'observation sont devenus applicables à toutes les matières cristallisées ou peu transparentes, pour appeler l'attention des chimistes et des minéralogistes sur la nécessité de faire intervenir l'étude des propriétés optiques biréfringentes lorsqu'il s'agit de constater si ces matières appartiennent à telle ou telle espèce déterminée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Secrétaire perpétuel fait hommage à l'Académie, au nom de *M. Delesse*, d'une carte géologique du sol de la ville de Paris, publiée par lui sous les auspices de M. le Préfet de la Seine; il donne, d'après la légende annexée à la carte, quelques détails sur la manière dont les différentes assises des terrains tertiaires y sont représentées et sur l'utilité que peut offrir la précision avec laquelle ils sont figurés.

(Renvoi à la Section de Minéralogie et de Géologie.)

M. Rivière soumet au jugement de l'Académie un « Mémoire sur un amas d'eau souterraine qui proviendrait d'une mer antérieure à notre époque géologique ».

M. Rivière adresse en même temps une Notice imprimée sur ses travaux, et prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre de candidats pour la place devenue vacante par le décès de M. Cordier.

Le Mémoire et la Notice sont renvoyés à l'examen de la Section de Minéralogie et Géologie.

PALÉONTOLOGIE. — *Résultat des fouilles exécutées en Grèce sous les auspices de l'Académie; par* **M. A. Gaudry.** (Suite.)

(Renvoi à l'examen des Sections de Zoologie et de Géologie.)

« Dans les premières fouilles dont l'Académie a bien voulu me charger, j'ai recueilli quelques pièces d'une espèce de girafe à laquelle M. Lartet et moi avons donné le nom de *Camelopardalis attica*. Je viens de retrouver dans un même bloc deux membres presque entiers de cette girafe dont les divers os sont en connexion : l'un est un membre antérieur, l'autre un membre postérieur; ils appartiennent certainement au même individu.

» La *Camelopardalis attica* a presque la même taille que la girafe du Cap dont le squelette est au Muséum de Paris; elle est plus grande que la girafe du Sénégal dont le Muséum possède également le squelette; elle est beaucoup plus grande que la girafe de Nubie décrite par MM. Joly et Lavocat; mais cette dernière n'était pas encore adulte.

» La girafe de Grèce était plus grêle que la girafe actuellement vivante; elle devait avoir plus de légèreté et moins de force. Les extrémités articulaires des os sont particulièrement faibles et étroites comparativement à celles des os des girafes vivantes adultes et à plus forte raison des jeunes girafes.

» On sait qu'un des caractères de la girafe vivante est d'avoir les membres de devant plus longs que ceux de derrière; j'ai calculé que dans l'espèce de Pikermi la disproportion était encore plus sensible. La différence entre les deux membres est un peu plus grande que dans la girafe du Cap et beaucoup plus considérable que dans les girafes du Sénégal et de Nubie.

» Les trois humérus que je possède sont brisés à leur extrémité supérieure; pourtant on peut juger qu'ils étaient proportionnément plus longs que dans les girafes vivantes. Le cubitus a son olécrane un peu moins épais. Le radius est plus grêle; sa face articulaire inférieure est notablement plus étroite. La même remarque s'applique au métacarpien : sa face articulaire très-rétrécie est en rapport avec la dimension des premières phalanges qui

sont proportionnément beaucoup plus petites que dans la girafe d'Afrique. Le bassin, bien que mutilé, paraît assez semblable au bassin de l'espèce vivante. Le fémur est un peu plus grêle; bien que le condyle interne soit endommagé, on peut constater qu'il n'avait pas l'énorme développement si caractéristique dans la girafe d'Afrique. Le tibia n'offre pas de différences saillantes. Le métatarsien est plus grêle que dans l'espèce vivante et, de même que le métacarpien, il supporte des premières phalanges beaucoup plus petites. Sauf la grandeur, les diverses pièces du carpe et du tarse sont très-semblables à celles de la girafe de l'époque actuelle : la ressemblance se retrouve jusque dans la soudure des deux cunéiformes du tarse. Le calcanéum est notablement plus grêle que dans l'espèce vivante.

» Il est à regretter que je n'aie pu découvrir une tête; je ne possède qu'une deuxième fausse molaire de la mâchoire supérieure; elle rappelle celle de la girafe vivante, mais elle est un peu plus petite. La ressemblance des membres avec ceux de la girafe est assez grande pour permettre de penser que la tête et le cou se rapprochaient également de la tête et du cou de la girafe vivante; d'après la loi des analogies on peut supposer qu'ils étaient plus grêles.

» Les seules espèces de girafes fossiles qui aient été mentionnées sont la *Camelopardalis biturigum*, dont on a découvert une mâchoire dans un puits de la ville d'Issoudun en Berry, les *Camelopardalis affinis* et *sivalensis* trouvées dans l'Inde par MM. Cautley et Falconer; les débris de ces trois espèces sont trop incomplets pour que je puisse les comparer avec la *Camelopardalis attica*. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Mémoire sur la transformation spontanée des nitrates en acide fumique dans les sols arables; par* M. P. THENARD.

(Commissaires, MM. Dumas, Bossingault, Payen.)

« Lorsqu'en 1857 nous appelions l'attention des savants sur l'acide fumique et le rôle important qu'il joue dans les végétaux, nous disions en même temps que, bien que l'ayant extrait des fumiers, nous l'avions retrouvé en abondance dans certaines terres qui n'ont jamais été fumées. Plus tard nous annoncions que les roches qui engendrent ces terres contiennent bien de l'acide fumique, mais en quantité si faible par rapport à ce que l'analyse nous avait révélé dans les premiers terrains que nous avions examinés, qu'il était évident pour nous que l'acide fumique se recréait spontanément dans le sol.

» Cependant, avant et depuis cette époque, les remarquables travaux de M. Boussingault sur l'action importante des nitrates, leur présence dans la rosée naturelle, leur reproduction par des rosées artificielles, leur formation abondante dans certains terrains, et même dans des terres naturelles placées dans des ballons, semblaient nous donner tort. De plus, si on réfléchit que nous avions toutes les apparences de marcher d'une part contre les phénomènes mis en lumière par MM. Boussingault et Dumas sur la nutrition des plantes, d'autre part contre les observations de M. Cloëz, qui viennent de fixer si bien l'opinion sur la haute valeur des théories de Vauquelin, Séguin, Bence Jones, Barral et autres sur la nitrification, on comprendra que nous ayons dû tâcher de nous mettre d'accord avec de si éminents et si bienveillants adversaires. Nous essayâmes donc de démontrer d'abord que l'acide fumique, sous l'influence de l'oxygène ozoné ou du peroxyde de fer, même de l'air ordinaire, et dans des circonstances toutes spéciales et conformes d'ailleurs à celles que l'on observe dans la nitrification, se transformait en acide azotique. Cependant notre première tentative, bien que révélant dans l'acide fumique des modifications profondes, n'aboutit pas; nous obtînmes bien un corps très-important et dont la formation démontrait que, dans l'acide fumique, l'azote était l'atome résistant, mais ce n'était pas assez. Les expériences furent alors reprises avec des moyens plus puissants et variés; et cette fois nous arrivâmes alors à transformer tout l'acide fumique en acide nitrique; les résultats de ces recherches sont consignés dans deux Notes qui ont paru aux *Comptes rendus* de l'année 1859, t. XLVIII et XLIX. C'était évidemment un pas de fait, mais ce n'était pas assez, car, en admettant l'acide fumique dans les fumiers et sa transformation dans les terres en nitrates, cette transformation même semblait démontrer une incompatibilité entre la reproduction spontanée dans le même milieu de l'acide fumique et des nitrates. Aujourd'hui nous croyons être arrivé à donner une solution qui mettra tout le monde d'accord.

» Dans certains terrains dérivant de calcaires jurassiques, et tels que ceux des alluvions de la petite rivière de Vingeanne à Talmay, dans la Côte-d'Or, on remarque, sur une épaisseur de 15 centimètres, trois couches parfaitement distinctes, non pas à l'œil, mais au creuset.

» La première, vers le mois de juillet à la moisson, contient peu de protoxyde de fer, mais du peroxyde en quantité.

» La seconde est un mélange indéterminé de l'un et de l'autre.

» La troisième contient toujours une proportion de protoxyde de fer bien

plus considérable que la première, quoique nous ne voulions pas dire pour cela qu'elle contienne plus de protoxyde que de peroxyde. Non, il faut aller à 35 ou 40 centimètres plus bas pour qu'il en soit ainsi.

» Or ce que nous avons remarqué sur ce terrain spécial se reproduit sur une échelle plus ou moins grande sur tous les autres terrains.

» Que peut-on conclure de là? C'est que dans un sol arable on doit distinguer deux couches : l'une oxydante et oxydée; l'autre désoxydante et désoxydée : la surface et le sous-sol arable.

» Maintenant que deviennent les nitrates quand on les place dans certains milieux désoxydants? Ils se réduisent et donnent des produits ammoniacaux; mais nous avons démontré que l'ammoniaque ou certains de ses sels en contact avec certaines matières neutres donnent des produits de la série fumique; or, c'est exactement ce qui semble se passer dans le sol.

» En effet, où se dépose, où se forme l'acide nitrique? C'est évidemment à la surface; et, si on en pouvait douter, nous invoquerions l'analyse de l'air contenu dans les sols par MM. Boussingault et Levy, et nous dirions que l'air du sous-sol étant bien moins oxygéné que celui de la surface, c'est à la surface qu'a lieu la grande action comburante.

» Mais, pour que les nitrates agissent, il faut qu'ils soient maintenus dans la couche active; or peu de sels sont moins condensables par les éléments poreux de la terre que les nitrates : la pluie doit donc les entraîner; si on en veut encore la preuve, nous indiquerons les analyses des eaux de drainage, qui ont conduit M. Barral à son interprétation de ce grand phénomène. Dès lors, d'après cela, les nitrates, si précieux, seraient donc à peu près perdus pour la végétation; ceci n'est pas possible, la nature sait mieux se préserver, et c'est en effet la couche inférieure et désoxydante qui semble jouer le rôle d'agent préservateur. Là, en effet, les nitrates se désoxyderaient et donneraient de l'ammoniaque qui, en présence des liqueurs, se fixerait à l'état fumique, et mettrait encore l'azote à l'abri de tout entraînement ultérieur et fatal.

» Ainsi formation ou condensation de l'acide nitrique à la couche supérieure, dissolution des nitrates par les pluies et entraînement à la couche inférieure, désoxydation de ces mêmes nitrates au sein de cette couche et formation de sels ammoniacaux, fixation de l'ammoniaque par les liqueurs qui préexistent et transformation en fumates insolubles : tel serait l'ordre des phénomènes.

» Mais il faut prouver qu'il en est ainsi. La couche arable que nous considérons est trop mince pour que l'analyse puisse donner *ex abrupto* des

phénomènes très-tranchés et capables de convaincre l'Académie : il nous a donc fallu rechercher des actions plus complètes et plus absolues, qui prédisposassent à adopter nos conclusions; pour cela nous avons encore consulté la synthèse.

» Dans des tubes scellés, nous avons chauffé à 180° et pendant quarante-huit heures une dissolution de glucose et de nitrate de baryte; au bout de ce temps, nous avons trouvé que les tubes contenaient deux matières : l'une solide, brune, insoluble dans l'eau et contenant à peine 2 millièmes de son poids d'azote; l'autre liquide, acide et incolore, ne contenant ni acide nitrique ni ammoniaque, mais bien des quantités très-considérables d'une substance azotée, résistant à l'action des alcalis hydratés les plus énergiques, tels que la baryte, et donnant de grandes quantités d'ammoniaque quand on la portait au rouge avec ces mêmes alcalis.

» C'est là pour aujourd'hui l'expérience principale : sa netteté ne peut laisser aucun doute sur la fixation de l'azote provenant des nitrates.

» D'autre part, nous avons traité du glucose seul dans les mêmes conditions, et entre autres produits il nous a donné un corps liquide et non azoté ayant la plus grande avidité pour l'oxygène et fixant également l'azote avec la plus grande facilité; en l'étudiant rapidement comme nous l'avons fait, nous n'avons pu nous empêcher de penser aux travaux de M. Rosine sur l'acide pyrogallique, dont il présente plusieurs propriétés.

» D'un autre côté encore, nous avons trouvé que le sous-sol relativement au sol contenait une bien plus grande quantité d'une substance partageant ces mêmes propriétés. C'est sans doute un acide du genre crénique, si ce n'est pas l'acide crénique lui-même. Dans tous les cas, tous ces corps donnent au contact de l'air et avec la plus grande facilité des produits colorés de la série fumique quand on les traite par l'ammoniaque.

» Tout marche donc jusqu'ici vers le but et dans le sens que nous avons indiqués en commençant.

» Ce but est-il atteint? Ce serait aller trop vite de l'affirmer. Cependant les affinités des corps que nous avons observés sont d'une telle énergie, que tout nous fait espérer que nous arriverions rapidement si leur préparation n'était longue et difficile.

» Cependant, si l'avenir confirmait nos prévisions, on comprendrait alors avec la plus grande facilité la théorie des labours et les motifs qui font attacher aux agriculteurs tant d'importance à tel ou tel modèle de charrue, dont les effets mécaniques sont cependant si différents. C'est qu'en effet, suivant les cas : les cultures, les natures de terrain, il faut précipiter, retenir, équi-

librer dans de justes mesures, l'amplitude et la rapidité des phénomènes d'oxydation et de désoxydation dont nous venons de parler, phénomènes qui ont évidemment la plus grande influence en agriculture. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitronaphtaline. Naphtylamine et ses dérivés colorés; par* **M. Z. Roussin**.

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

« La Note que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie a pour but de signaler deux nouvelles matières colorantes dérivées de la naphtaline, et de décrire un procédé nouveau pour préparer industriellement la naphtylamine.

» On sait que l'hydrogène carboné, appelé benzine, fixe les éléments de l'acide hypoazotique pour former la nitrobenzine. Entré ainsi sous la forme d'une molécule acide, l'azote, par une réduction intelligente, peut revêtir un caractère alcalin et persister dans le composé. On obtient alors l'aniline, base nouvelle, dont les éléments mobiles s'ouvrent avec tant de facilité aux phénomènes d'oxydation ou de substitution.

» La naphtaline fournit deux dérivés parallèles, la nitronaphtaline et la naphtylamine. Il était intéressant de rechercher si cette dernière substance produirait également des dérivés colorés analogues à ceux de l'aniline. Cette recherche avait une importance d'autant plus grande, que, vu l'état de condensation assez élevé de ces substances, il ne semblait pas téméraire de prévoir une plus grande stabilité dans les composés.

» J'ai dû m'occuper d'abord de produire facilement et à bon marché les deux matières premières : 1° la nitronaphtaline, 2° la naphtylamine.

» *Préparation de la nitronaphtaline.* — On introduit dans un ballon de 8 litres 1 kilogramme de naphtaline ordinaire avec 6 kilogrammes d'acide nitrique du commerce, et l'on dispose l'appareil au-dessus d'un bain-marie d'eau bouillante. La naphtaline fond d'abord et reste surnageante à la partie supérieure. On agite vivement le ballon de temps en temps : quelques vapeurs rutilantes se dégagent, et peu à peu la couche huileuse gagne le fond. L'opération est alors terminée. On s'empresse de décanter l'acide surnageant et on verse la matière huileuse dans une terrine où elle se fige rapidement. On la divise au moment de sa solidification en l'agitant sans cesse et on la lave à plusieurs reprises pour lui enlever l'excès d'acide. Pour purifier la nitronaphtaline, il suffit de la faire fondre et de la comprimer

fortement après refroidissement. La nitronaphtaline fondue filtre au papier et passe aussi rapidement que l'eau. Les pains de nitronaphtaline solide sont d'une couleur rougeâtre, vus en masse ; mais la poudre est d'une belle couleur jaune. Si la compression a été suffisamment énergique pour chasser une huile rouge qui imprègne la masse, la nitronaphtaline, préparée ainsi, est très-pure. On obtient à peu près la quantité théorique.

» Les eaux mères acides de cette préparation renferment divers produits, et notamment de la binitronaphtaline blanche qui cristallise souvent par le refroidissement. Les eaux mères contiennent encore une grande quantité d'acide azotique coloré en jaune et pourront être utilisées.

» *Préparation de la naphtylamine.* — On introduit dans un ballon 6 parties d'acide chlorhydrique du commerce, 1 partie de nitronaphtaline préparée par le procédé indiqué ci-dessus, et l'on ajoute à ce mélange une quantité de grenaille d'étain telle, qu'elle atteigne la surface du mélange. Le liquide ne doit occuper que la moitié de la capacité du ballon. On porte l'appareil au bain-marie et l'on agite de temps en temps. Au bout de quelques instants une réaction énergique se déclare ; la nitronaphtaline disparaît et la liqueur devient limpide, quoique colorée en brun. On décante le liquide dans une terrine en grès contenant un mélange de 2 litres d'acide chlorhydrique du commerce et de 1 litre d'eau, où bientôt il se solidifie presque complétement par la cristallisation du chlorhydrate de naphtylamine. Lorsque cette bouillie est complétement froide, on la met à égoutter sur une toile forte et on la soumet à une compression énergique. Pour purifier ce sel, il suffit de le dessécher complétement, de le faire dissoudre dans l'eau bouillante, d'y ajouter du sulfure de sodium pour précipiter l'étain et de filtrer la liqueur sur du papier mouillé qui retient une matière goudronneuse. Par le refroidissement, le chlorhydrate de naphtaline cristallise. On l'égoutte, on le comprime et on le sèche dans une étuve chauffée à $+100°$.

» Le chlorhydrate de naphtylamine se sublime facilement à la façon de l'acide benzoïque ou du sel ammoniac. Il est alors très-léger, en flocons d'une blancheur éclatante et d'une grande pureté.

» Les eaux mères de la dernière cristallisation du chlorhydrate de naphtylamine peuvent servir à la préparation de la naphtylamine elle-même ou bien être utilisées dans cet état.

» La préparation de ces divers produits est tellement simple par ces procédés, qu'il suffit d'une journée pour obtenir plusieurs kilogrammes de chlorhydrate de naphtylamine en partant de la naphtaline elle-même.

» Parmi les divers essais auxquels je me suis livré pour appliquer la naphtylamine à la teinture, les deux suivants sont surtout propres à donner une idée du parti important qu'il est possible de tirer de ces produits.

» Si l'on mélange deux solutions limpides et incolores, l'une de chlorhydrate de naphtylamine, l'autre d'azotite de potasse, il se produit un précipité d'une belle couleur rouge, complétement insoluble dans l'eau. L'application de cette réaction à la teinture est extrêmement simple. Il suffit de plonger dans une solution de chlorhydrate de naphtylamine chauffée à + 50° des écheveaux de soie ou de laine, de les tordre pour exprimer l'excédant du liquide, puis de les plonger dans une solution étendue et froide d'azotite de potasse. On lave ensuite à grande eau et l'on passe dans une eau alcaline. Les nuances que l'on peut obtenir varient, suivant la concentration des liqueurs et leur degré d'acidité, depuis la couleur aurore jusqu'au rouge marron très-foncé. Ce qui caractérise surtout cette matière colorante, c'est sa fixité. Elle est inaltérable à la lumière, inattaquable par les chlorures décolorants, l'acide sulfureux, les solutions alcalines et les liqueurs acides. Les acides énergiques, lorsqu'ils sont concentrés, font virer cette couleur au violet tant que l'étoffe reste imprégnée d'acide. Un simple lavage à l'eau suffit pour rétablir la nuance dans toute son intégrité. Par sa stabilité exceptionnelle, cette couleur rappelle l'alizarine elle-même. Elle ne peut manquer d'entrer facilement dans la teinture industrielle.

» Lorsque l'on chauffe le chlorhydrate de naphtylamine brut, c'est-à-dire renfermant du perchlorure d'étain, à une température de + 230° à + 250° environ au bain d'huile, en outre de la grande proportion de sel organique qui se sublime, il reste dans la cornue une masse noirâtre, brillante, comme frittée. Cette matière est réduite en poudre fine et traitée à plusieurs reprises par l'eau bouillante pour lui enlever tout ce qu'elle renferme de soluble. Après la dessiccation, on la traite par l'alcool bouillant, qui la dissout presque complétement en prenant une coloration rouge-violette très-intense. Appliquée sur des étoffes, cette couleur est inaltérable à la lumière, aux acides et aux alcalis.

» Je m'empresse de livrer ces premiers résultats à la publicité et me réserve de continuer mes recherches. »

TECHNOLOGIE. — *Note sur un moyen de remédier à la cristallisation dans la cémentation partielle du fer; par* **M. Carré.**

(Renvoi à l'examen de la Commission nommée pour diverses communications récentes concernant la cémentation du fer, Commission qui se compose des Membres de la Section de Chimie et de MM. Biot et de Senarmont.)

« On regarde depuis longtemps l'aciération partielle du fer comme pouvant rendre de grands services à l'industrie; convertir à peu de frais la surface d'un métal tenace, mais mou et s'usant rapidement par le frottement, en un corps dur et relativement inusable, tout en conservant à la masse son nerf primitif, est un problème trop intéressant pour que de nombreuses tentatives n'aient pas été faites vers sa solution. Malheureusement les résultats obtenus ont peu justifié les espérances; s'ils n'étaient pas toujours mauvais, ils l'étaient trop souvent pour pouvoir être employés avec confiance: à côté d'une pièce donnant un service parfait, une pièce pareille, souvent cémentée dans la même opération, se brisait comme du verre; le défaut absolu de sécurité a donc complétement fait abandonner leur emploi pour les organes mécaniques qui doivent allier la ténacité à la dureté, et aujourd'hui ces objets sont presque exclusivement fabriqués en acier.

» Ces pièces ainsi rompues sous des efforts qu'elles devaient normalement supporter, présentent toujours une cassure presque cristalline, dont l'aspect n'a rien de commun ni avec le fer primitif, ni avec l'acier ordinaire.

» Au premier degré d'altération, la cassure présente une cristallisation lamelleuse à larges paillettes d'un éclat assez vif, se rapprochant des vieux fers qui ont été soumis pendant longtemps à des vibrations fréquentes.

» Au deuxième degré, la cassure s'assimile assez bien pour l'éclat et la texture à celle de la fonte blanche.

» Au troisième degré, l'aspect est presque terne, la structure affecte les formes du calcaire oolitique; on arrive facilement à l'aide d'un burin, ou même seulement en frappant les angles du métal, à en détacher entiers de petits rognons de 2 à 3 millimètres de diamètre.

» La partie convertie en acier et le fer sous-jacent participent également à cette transformation qui se produit dans la plupart des cas: la trempe ne fait que la confirmer; une seconde, une troisième trempe ne la modifient pas

sensiblement : avant comme après la trempe les pièces ainsi altérées ont presque perdu toute malléabilité et sont devenues fragiles sous un faible choc.

» L'intensité de la température et la durée de l'opération me paraissent en règle générale les éléments dont cet état est la résultante; l'épaisseur et la consistance de l'aciération en donnent à peu près invariablement la mesure pour des céments de même activité.

» Ainsi, j'ai obtenu en quatre ou cinq heures et avec une température élévée des cémentations dures et profondes, accompagnées de l'altération au deuxième degré, et des opérations prolongées de vingt à trente heures sous une température plus faible m'ont donné exactement les mêmes résultats; la composition chimique des céments n'influe sur la production du phénomène qu'autant qu'elle permet d'abréger le temps de l'opération ou réduire sa température.

» On est à peu près unanimement d'accord pour admettre que l'action prolongée d'une haute température intervient principalement, sinon exclusivement, pour produire l'état cristallin du fer. Gay-Lussac a constaté dans des expériences bien connues que s'il est maintenu quelque temps à la température rouge, la conversion de l'état fibreux à l'état cristallin se produit spontanément; la science offre du reste de nombreux exemples de transformations moléculaires analogues sous l'empire d'une chaleur prolongée. J'ai observé que, quelle que soit la cause de cette altération, dans les cas divers où elle est légère ou plus ou moins profonde, elle disparaît radicalement des pièces cémentées par un simple recuit avant leur trempe.

» Les pièces, après leur refroidissement et leur extraction du four, doivent être chauffées aussi rapidement que possible à une température égale ou du moins très-approximative de la température maxima sous laquelle elles ont été cémentées et abandonnées ensuite au refroidissement spontané dans l'air.

» Lorsque j'eus constaté ce résultat pour la première fois, j'ai dû le faire suivre d'un grand nombre d'expériences, pour me bien convaincre, précisément à cause de la simplicité du moyen, qu'il n'avait rien de hasardé : sur environ soixante barres ainsi traitées que j'ai fait rompre en petits fragments, je n'ai pu y constater une seule exception.

» Je vais avoir l'honneur d'exposer à l'Académie la méthode d'expérimentation que j'ai suivie, parce qu'elle me paraît rigoureuse et qu'il est facile à chacun de la répéter.

» Au sortir des caisses à cémentation, chaque barre était d'abord rompue en trois tronçons; au moins 90 sur 100 des cassures étaient métamor-

phisées et présentaient l'état cristallin particulier que j'ai décrit, état plus ou moins prononcé, mais constant. Toutes les barres s'étaient rompues sans présenter trace de flexion préalable; les cassures étaient nettes, sèches, sensiblement perpendiculaires à l'axe des barres.

» Le tiers des tronçons était trempé sans autre préparation et conservait la même cassure tant pour l'acier que pour le fer.

» Le deuxième tiers recuit, puis soumis à la rupture sans être trempé, présentait alors tous les caractères d'un corps intermédiaire entre le fer et l'acier ordinaire, une flexion prononcée précédait cette rupture, et la cassure offrait sous la couche d'acier le même aspect que le fer primitif.

» Enfin, le troisième tiers trempé avant le recuit a donné invariablement un fer malléable et tenace sous la couche d'acier dont le grain est celui de l'acier corroyé ordinaire.

» Les échantillons que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, quoique préparés depuis 1857, permettent encore de constater suffisamment leur état.

» Quelques fabricants de produits cémentés ont imaginé de remédier à la cristallisation en faisant de nouveau passer les pièces sous le marteau ou le laminoir; ils pourront se convaincre que ce moyen n'est nullement nécessaire, que les effets attribués à l'action mécanique ne sont dus qu'au recuit nécessité par celle-ci, que leur moyen est souvent inefficace, parce que, ne se doutant pas de l'intervention du recuit, ils n'observent pas de chauffer assez les pièces. Il est du reste impossible de forger à nouveau les pièces ajustées, pour lesquelles surtout la cémentation est d'une utile application. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Deuxième Mémoire sur les lois mathématiques de l'écoulement et de la détente de la vapeur, par* **M. J. Carvallo.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Combes, Morin.)

« La vitesse V de sortie de la vapeur et le poids du fluide émis sont des fonctions de la pression réelle, de la densité et de la température dans la section de sortie. Il est donc indispensable de déterminer la valeur de la détente, ou le rapport entre la pression p_0 dans le générateur, et la pression p_1 à la sortie de la tuyère.

» Nous avons démontré (*Comptes rendus*, 26 décembre 1859) une nou-

velle propriété des surfaces du second degré, celle de correspondre au minimum de la dépense dans les constructions d'utilité publique, toutes les fois qu'on n'a pas à tenir compte de la valeur artistique.

» Les géomètres qui ont étudié séparément les différentes manifestations de la force, soit qu'on la considère comme inertie, comme chaleur, comme attraction des sphéroïdes, comme élasticité, comme cause de la courbure des surfaces, sont tous arrivés à énoncer les lois les plus générales de ces divers phénomènes à l'aide des surfaces du second degré se réduisant, dans des cas particuliers, à des courbes placées dans un plan. Nous nous sommes demandé si la propriété remarquable de correspondre au minimum de la dépense ou de travail n'expliquerait pas ce rôle important des surfaces du second degré.

» On sait, en effet, par la théorie de l'élasticité, que le travail moléculaire autour d'un point est le produit de l'élément de volume par une fonction symétrique du second degré des forces normales et tangentielles agissant suivant trois axes rectangulaires quelconques.

» Or on peut philosophiquement admettre, sauf vérification ultérieure, que le souverain artiste à dû employer le minimum de travail pour produire un effet déterminé dans un ordre quelconque de phénomènes physiques, phénomènes que nous divisons pour les besoins de notre vue limitée, mais qui tous en réalité ne sont que des manifestations diverses de la force considérée dans son sens le plus élevé et le plus abstrait.

» Si donc le travail élémentaire est un minimum, il faut que la différentielle de son expression soit nulle ou que la fonction symétrique des forces normales et tangentielles soit constante, quelle que soit la direction des axes de coordonnées.

» Cette constance de la fonction symétrique détermine trois forces élémentaires principales rectangulaires, qui sont précisément les trois axes de figure de la surface du second degré formant l'enveloppe de toutes les forces rayonnant autour d'un même point.

» Ce nouveau mode d'arriver à établir l'existence des surfaces du second degré enveloppes des forces élémentaires peut être étendu à toutes les théories isolées où ce genre de surface intervient comme simple résultat du calcul.

» Dans toutes, en effet, on peut considérer toutes les quantités qui rayonnent autour d'un point, centre d'un volume ou d'une surface élémentaire, comme des forces, et par une extension et une analogie parfaite prendre pour expression du travail élémentaire le produit du volume élémentaire

par la fonction symétrique du second degré de toutes les quantités qui agissent suivant trois axes rectangulaires quelconques.

» La condition du minimum de ce travail élémentaire sera précisément la constante de la fonction symétrique dans toutes les directions, la détermination des axes principaux et l'existence des surfaces du second degré.

» Telle serait donc la loi générale commune à tous les ordres de phénomènes dépendant de la force considérée dans son expression la plus générale et la plus élevée : le travail élémentaire est un minimum; les surfaces limites des quantités rayonnant autour d'un point dans toutes les directions et dans tous les azimuts sont des surfaces du second degré.

» Dans beaucoup de phénomènes, il ne nous est pas encore possible de mesurer le travail élémentaire mécanique des forces considérées sous leurs différents aspects; outre que nous ne connaissons pas d'une manière certaine l'équivalent dynamique de chaque espèce de force, il ne nous est pas souvent possible de nous rendre compte de leur mode d'action.

» Mais, dans bien des cas, nous pouvons mesurer l'effet utile mis en évidence, l'effet utile disponible résultant du travail moléculaire.

» Or il nous paraît évident que si, pour produire un effet utile déterminé, le travail élémentaire est un minimum, l'effet utile d'un travail élémentaire déterminé doit être le plus grand possible.

» En d'autres termes, on peut philosophiquement admettre que le souverain artiste qui emploie le minimum de travail pour produire un effet déterminé, doit produire le maximum d'effet utile à l'aide d'un travail déterminé.

» L'une des lois est la conséquence de l'autre ou, si l'on veut, c'est la même loi exprimée en d'autres termes.

» Ces énoncés, vrais au point de vue métaphysique, sont, dans tous les cas, des instruments de recherche, qui mettent sur la voie de vérités nouvelles, qu'il s'agit plus tard de vérifier dans l'ordre physique pour s'assurer de l'exactitude des déductions logiques ou mathématiques par lesquelles l'esprit a dû passer pour les déterminer.

» Lorsque la vapeur sort avec une vitesse considérable de l'extrémité de la tuyère, quitte le générateur où elle est à la température correspondant à sa pression, et pénètre dans un liquide à une température de beaucoup inférieure, il y a un changement brusque d'état du corps; une transformation instantanée de chaleur en travail, et il est impossible, dans l'état actuel des connaissances analytiques, de déterminer la valeur algébrique du travail élémentaire autour de chaque molécule fluide.

» Mais en laissant de côté cette recherche, il est facile d'exprimer algébriquement *l'effet utile disponible* résultant du travail intime des forces moléculaires; cet effet utile n'est autre chose que la *puissance vive*, dont est animée la masse fluide qui s'écoule dans chaque unité de temps. C'est, en réalité, la quantité dynamique utilisable et qui sera transformée en un travail, élévation d'eau, injection dans un réservoir, pression sur une surface.

» Cette puissance vive a pour expression le produit de la masse par le demi-carré de la vitesse ou $\frac{\pi_1 S_1 V_1^2}{2g}$; parmi l'infinité de valeurs que peut prendre cette expression, il n'y en a qu'une, suivant notre principe, qui doive et qui puisse être réalisée : c'est celle qui correspond au maximum algébrique.

» En égalant à 0 la différentielle totale, on a l'équation qui fait connaître le rapport cherché.

» Cette équation est la suivante :

$$\log \frac{i_1}{i_0} = \frac{c+1}{1+\frac{ac}{1+\alpha t_1}} \left\{ \frac{\alpha(t_0-t_1)}{(c+1)(1+\alpha t_1)} \log i_0 - \frac{1}{\left[\frac{2}{3}+\frac{2}{f^2\left(\frac{\pi_0 S_0}{\pi_1 S_1}\right)^2-1}\right]\left[1-\frac{c}{\log\frac{i_1}{i_0}+\log i_0}\left(1-\frac{a}{1+\alpha t_1}\right)\right]} \right\}.$$

On en déduit pour $i_0 = 8{,}036 \quad 7, \quad 6, \quad 5, \quad 4, \quad 3{,}80$

$$\frac{i_1}{i_0} = 0{,}287 \quad 0{,}2866 \quad 0{,}284 \quad 0{,}279 \quad 0{,}272 \quad 0{,}27057$$

pour $i_0 = 3{,}75 \qquad 3{,}71$

$$\frac{i_1}{i_0} = 0{,}27018 \qquad 0{,}26987.$$

» La méthode nouvelle permet de déterminer la vitesse de la vapeur se précipitant dans le vide; le Mémoire indique les précautions à prendre pour faire l'expérience de vérification.

» La pression de sortie et la vitesse étant connues, les formules trouvées permettent de calculer le débit des appareils, et le calcul donne des résultats concordant avec les expériences faites sur les injecteurs. »

MÉTÉOROLOGIE — *Sur la grande inondation qui a eu lieu dans la vallée de l'Hérault, la nuit du 28 au 29 octobre 1860; par* M. **Marcel de Serres.** (Extrait.)

(Commission des Inondations.)

« Une crue subite de quelques petites rivières des environs de Clermont-l'Hérault, occasionnée par une trombe, dans la nuit du 28 au 29 octobre 1860, a été une véritable catastrophe pour les populations établies sur les 4000 hectares entièrement ravagés par les eaux. Aussi, l'une de ces rivières, la Boyne, presque à sec pendant l'été, alimentée par un bassin de 2000 hectares, avait alors un débit de 700 à 800 mètres cubes par seconde.

» En présence d'un phénomène qui dans l'espace de trois à quatre heures a produit des effets aussi désastreux, on se demande ce qui serait arrivé si tout le bassin de l'Hérault, évalué par M. l'ingénieur Duponchel à 250000 hectares, avait reçu la même quantité d'eau (1). En effet, le débit du fleuve, au lieu d'être seulement de 4000 à 5000 mètres cubes à la seconde, aurait été de 24000 mètres, c'est-à-dire six fois plus considérable.

» En examinant l'étendue de la surface de terrain qui a fourni au ruisseau du Rhônel la masse d'eau qu'il entraînait au moment de sa crue, on s'est assuré qu'elle n'était pas moindre de 120 mètres cubes par seconde; dès lors, la tranche d'eau tombée avant et pendant la trombe devait être de 40 à 50 centimètres de hauteur, ou de 400 ou 500 litres par mètre carré de surface.

» D'après les observations faites sur l'eau qui a passé au-dessous du pont de Rhônel, à l'entrée de Clermont-l'Hérault, on peut évaluer à 112 mètres cubes par seconde cette quantité, et attribuer au courant une vitesse de 4 mètres dans le même espace de temps. Ce chiffre diffère peu de celui que le Rhône présente dans les grandes inondations. Sa vitesse a été reconnue de $4^{m},50$ par seconde, nombre qui doit être à peu près exact; car la Dourbie, dont la rapidité est généralement moindre, avait, le jour même de la catastrophe, une vitesse de 3 mètres à la seconde à Villeneuvette, localité en amont de Clermont et qui en est très-rapprochée.

» D'un autre côté, M. l'agent voyer Vinac a observé que la Boyne avait au même moment un débit non moins considérable; il l'a apprécié auprès du village de Cabrières de 700 à 800 mètres cubes par seconde, ou de 350 à

(1) Ce phénomène ou cette catastrophe, qui a commencé vers les 10 ou 11 heures du soir, le 28, a duré jusqu'à 2 ou 3 heures du matin du 29.

400 litres pour le même espace de temps et par hectare. Comme le bassin qui alimente la petite rivière de la Boyne a 2000 hectares, la tranche d'eau qui est tombée dans l'espace d'une heure, au moment de la grande pluie, ne devait pas être moindre de $0^m,16$ par mètre carré de surface.

» Si la même quantité d'eau s'était précipitée sur le bassin en amont de Clermont, qui est près de quatre fois moins grand, on aurait eu :

1° Une masse d'eau de 800000 mètres cubes par heure;
2° » de 13000 mètres cubes par minute;
3° » de 222 mètres cubes par seconde.

» En réunissant la quantité d'eau fournie pendant la durée de la trombe à celle tombée pendant la journée du 28 octobre, on peut, sans avoir à craindre de commettre une erreur, en apprécier la totalité à $0^m,45$ ou $0^m,50$ centimètres de hauteur. Il y a si peu d'exagération à cet égard que, d'après M. Fenouil, l'agent voyer en chef du département, la pluie du 29 octobre a été quatre fois plus considérable que celle qui a été recueillie à Paris dans les orages les plus violents et les plus désastreux.

» Les registres de l'Observatoire de Paris portent que l'orage le plus formidable qui y a été observé, a fourni par mètre carré $0^m,01898$ en 30 minutes. Cette quantité correspond à $0^m,038$ par heure, au lieu de $0^m,162$, résultat de l'orage qui a éclaté auprès de Clermont-l'Hérault. Il est donc tombé 4,42 fois plus d'eau dans cette dernière localité qu'il n'a jamais été recueilli à l'Observatoire de Paris.

» Cette énorme quantité nous fait comprendre comment les ruisseaux du Salagou, du Rhônel, de la Dourbie, de la Boyne et de la Peyne, dont le cours supérieur seulement s'est trouvé dans la région de la trombe, ont pu donner la crue de l'Hérault la plus grande qu'on ait jamais vue. Cet accroissement a dépassé à Florensac de 60 centimètres l'inondation de 1850. Deux cents kilomètres carrés de terrain ont suffi pour alimenter cette crue, dont le débit était partout de 3000 à 4000 mètres cubes d'eau par seconde. Les ravages occasionnés par cette inondation ont aussi été plus grands que ceux qui avaient eu lieu en 1857. La raison en est bien simple. Les derniers avaient été le résultat d'un débit de 1400 mètres, tandis que ceux de 1860 avaient été opérés par un débit de 2980 mètres cubes. En ajoutant à ce chiffre la quantité d'eau fournie par la Reyne et la Boyne, on trouve que la totalité n'a pas dû être moindre de 4500 ou 5000 mètres cubes. Ce nombre suffit pour nous donner une idée assez exacte de l'importance des alluvions qu'un pareil volume d'eau a dû entraîner dans sa course rapide. »

» *De l'intensité des crues.* — L'averse torrentielle, et l'on peut dire exceptionnelle, tombée sur la ville de Clermont et ses environs, dans la nuit du 29 octobre 1860, paraît avoir duré, du moins pendant sa plus grande intensité, plus d'une heure et avoir produit une couche d'eau superficielle de $0^{m},10$.

» Quelque considérable que soit ce résultat, il n'a rien de très-anormal dans le midi de la France, où peu d'années se passent sans que des trombes donnent lieu à des pluies encore plus violentes, quant à la quantité d'eau qu'elles déversent dans un court espace de temps et sur une surface encore plus restreinte. Ce phénomène, et l'on en comprend facilement la raison, est essentiellement local et n'a jamais une bien grande durée. Le champ de l'averse du 29 octobre, qui a embrassé environ 30000 hectares, est un maximum rarement atteint dans le département de l'Hérault; il est seulement parfois dépassé dans le département de l'Ardèche, particulièrement exposé à des crues subites.

» On ne saurait, dans aucun cas, conclure de ce qui se passe dans ces circonstances exceptionnelles sur une surface toujours peu étendue, à ce qui pourrait se produire dans un bassin d'une certaine grandeur, tel que celui de l'Hérault et à plus forte raison du Rhône. Le débit maximum des plus grandes crues des rivières, toutes choses égales d'ailleurs, est loin d'être proportionnel à leur bassin. Plus les bassins sont considérables, plus les crues se régularisent et se prolongent dans leur durée; moins leur débit relatif est élevé. Au contraire, les petits affluents torrentiels assez peu étendus pour que l'eau tombée à l'extrémité supérieure du bassin puisse être rendue à leur extrémité inférieure en moins d'une heure, ayant par suite une surface de 4000 à 5000 hectares au plus, tels que la Boyne, la Dourbie, la Peyne, peuvent être considérés comme devant leurs grandes crues à des averses extraordinaires et toutes locales. En comparant ces averses à celle du 29 octobre dernier, on suppose en même temps qu'elles peuvent, à un moment donné, fournir un débit correspondant à une couche superficielle de $0^{m},10$ en une heure ou même de $0^{m},05$ à $0^{m},06$ et quelquefois davantage. Ces débits exceptionnels ne se maintiennent, du reste, à une pareille hauteur que pendant un laps de temps très-court, au plus d'une heure ou deux.

» Quant aux rivières torrentielles ou ayant un cours constant et des bassins de 300000 hectares, les crues les plus considérables à leur embouchure peuvent parfois être occasionnées par des averses excessivement violentes, tombées sur une partie des affluents inférieurs. En général, ce-

pendant, ces grandes crues sont dues à des pluies régulières et continues qui se font sentir sur presque toute la surface du bassin pendant un ou deux jours. Pour l'Hérault en particulier, dont le bassin est de 250 000 hectares, les grandes crues se reproduisent à des époques indéterminées et dans presque toutes les saisons de l'année. Elles ne durent jamais plus de deux ou trois jours et peuvent parfois donner jusqu'à 4000 mètres d'eau par seconde. Ce débit maximum, qui ne se maintient guère au delà d'une heure ou deux, représente par rapport à toute l'étendue du bassin une hauteur totale de $0^m,0057$ en une heure ou de $0^m,14$ en vingt-quatre heures.

» Les fleuves les plus considérables, dont les vallées sont assez étendues pour que l'on ne puisse pas admettre la possibilité d'une pluie générale régnant à la fois sur toute la surface du bassin et d'une durée assez longue pour que les premières eaux tombées aux sources extérieures se confondent avec les dernières à l'embouchure, leurs crues les plus fortes sont dues à la fonte des neiges dans les parties supérieures des vallées. Elles dépendent aussi parfois de périodes de pluies régulières et continues se faisant sentir sur une plus ou moins grande partie du bassin à la fois.

» Les grandes crues du Rhône en particulier, qui se reproduisent à différentes époques de l'année, et ont une durée de plus d'un mois, atteignent parfois un maximum exceptionnel de 12 000 mètres par seconde. Il représente pour un bassin de 14 millions d'hectares une couche superficielle de $0^m,0072$ en vingt-quatre heures, inférieure dans la proportion de 1 à 20 au produit de l'Hérault dans les mêmes circonstances. Cette quantité est également dans la proportion de 1 à 350 au débit exceptionnel que peuvent avoir les petits affluents de cette rivière à la suite d'averses analogues à celles du 29 octobre 1860.

» Nous avons cherché à savoir quels phénomènes météorologiques s'étaient passés pendant la nuit du 28 au 29 octobre 1860, au moment où la trombe a éclaté sur le pic de Cabrières et la ville de Clermont-l'Hérault (1). Tout ce que nous en avons pu apprendre, faute d'observations précises, c'est qu'à cette époque des vents d'est et du sud-ouest ayant soufflé depuis deux ou trois jours, avaient déterminé des pluies violentes dans la partie montueuse de l'arrondissement de Béziers et avaient considérablement enflé tous les cours d'eau du même arrondissement. Nous avons également su

---

(1) Le roc de Cabrières, connu dans le pays sous le nom de *Pic de Bysson*, est un signal dont l'élévation est de 482 mètres. Cette montagne, presque à pic du côté de la face septentrionale, domine en quelque sorte toute la contrée.

que des pluies considérables avaient eu lieu à Mèze, dans la soirée du 28, localité située sur les bords de la Méditerranée, et qui n'est qu'à quelques lieues de Clermont.

» Faute d'autres renseignements, nous avons consulté les observations qui se font régulièrement à la Faculté des Sciences de Montpellier. Nous y avons vu que le vent d'est, mais faible, avait régné les 28 et 29 octobre et que le premier seul avait été pluvieux, le 29 ayant été seulement couvert. Quant au thermomètre, il n'avait varié le 28 que de $+15°$ à $+18°$, et le second jour de $+16°$ à $+18°,9$. Le baromètre avait suivi une marche tout aussi régulière, car le matin 28 il marquait 762,8, et le 29, vers midi, 763, le vent ayant pour lors tourné au sud-est. On n'aurait donc pas pu supposer, d'après la régularité de cet instrument, qu'un orage aussi violent que ceux des 28 et 29 eût éclaté à la faible distance d'à peine quelques kilomètres.

» Avant de terminer ces observations, qu'il nous soit permis de remercier Messieurs les Ingénieurs des Ponts et Chaussées et les agents voyers du département de l'Hérault pour tous les renseignements que nous avons dus à leur complaisance. Nous ne pouvons oublier non plus M. Jules Maistre, de Villeneuvette, pour l'intérêt qu'il a porté à nos observations, lui témoin oculaire des désastres du 29 octobre, désastres qui ont grandement endommagé ses vastes et magnifiques propriétés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Variabilité normale des propriétés de l'air atmosphérique*; *par* **M. Houzeau**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Boussingault, Balard, Decaisne.)

« Les ravages occasionnés par certaines épidémies et les affections qui semblent être le privilége de quelques localités ont depuis longtemps fait supposer que l'air pouvait dans certains cas servir de véhicule à des principes insalubres et acquérir ainsi momentanément, et à des époques éloignées, des propriétés malfaisantes qu'on ne lui reconnaît pas à l'état ordinaire. Les faits que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie, montrent que cette mobilité dans les propriétés de l'air que les hommes respirent est bien plus fréquente qu'on ne se l'imagine, et qu'au lieu d'être une exception, elle représente pour ainsi dire le caractère normal de l'atmosphère.

» Ainsi, quand on expose, le même jour et à la même heure, au contact

de l'air, mais à l'abri du soleil et de la pluie, des papiers de tournesol bleu sensible de même dimension, on observe en général que ces papiers se sont complétement décolorés après trois ou quatre jours d'exposition dans l'air de la campagne, tandis qu'ils n'ont subi, pendant le même temps, aucune décoloration ou qu'une décoloration très-imparfaite par l'air de la ville (observations faites comparativement le 8 août 1856 à Paris et à Montmorency, et le 3 septembre 1857 à Paris et à Nanteau, près Nemours). Les mêmes effets se reproduisent quand on opère dans deux stations situées sensiblement sur la même ligne horizontale et distantes l'une de l'autre d'un ou de deux kilomètres seulement.

» Cette curieuse réaction chimique se remarque pour ainsi dire à tous les instants de l'année, aussi bien en été qu'en hiver, mais elle acquiert surtout son intensité quand l'amosphère est violemment agitée, comme à l'époque des tempêtes, à l'approche d'un orage, dans la saison des giboulées. Elle est de nature, je crois, à fixer l'attention des agronomes et des physiologistes, puisqu'elle montre que les plantes et les animaux doivent se trouver différemment impressionnés par l'air selon leur situation.

» Cette variabilité dans les propriétés chimiques de l'atmosphère se trouve encore confirmée singulièrement par d'autres caractères. Si l'action décolorante de l'air est principalement moins intense dans les villes qu'en rase campagne, sa faculté de rougir d'une manière stable le tournesol bleu semble suivre une marche inverse. Les papiers bleus exposés à l'air libre et de manière à ne recevoir ni la pluie, ni la lumière solaire, prennent en effet bien plus promptement une teinte rouge persistante à la ville qu'à la campagne. En 1856, à Paris, comme d'Arcet l'avait remarqué à Londres il y a longtemps, ce phénomène était pour ainsi dire normal dans certaines rues qui avoisinent le Conservatoire des Arts et Métiers, et à Rouen on l'observe encore dans les quartiers les plus éloignés des usines, ceux qui sont le plus près des coteaux couverts de verdure en été. Il est vrai que les vents dominants viennent de la ville et qu'ils peuvent ainsi se charger des produits de la combustion des foyers. Les papiers ainsi rougis conservent leurs teintes quand on les soumet au vide de la machine pneumatique ou quand on les chauffe à 100 degrés dans un tube. Ordinairement l'action de l'acide aérien se manifeste sur le réactif coloré quarante-huit heures après l'exposition à l'air libre. Ce sont les bords du papier qui commencent à rougir, et au bout du troisième, du quatrième ou du cinquième jour, la substitution du rouge au bleu est complète. Le plus souvent, lorsque le phénomène de décoloration signalé plus haut s'observe sur les papiers exposés dans la ville,

il est précédé par la coloration rouge du réactif, ce qui m'a paru être rarement le cas pour les expériences faites à la campagne.

» Ces différences dans les propriétés de l'air amosphérique étudié au même moment et dans un rayon assez restreint sont encore prouvées et même rendues plus sensibles par un autre réactif, le papier de tournesol rouge-vineux stable et mi-ioduré. C'est le cas le plus général de voir un semblable papier bleuir fortement en douze ou vingt-quatre heures, quelquefois même en six heures, dans sa partie imprégnée d'iodure de potassium neutre, lorsqu'il est exposé à la campagne, et ne pas éprouver d'altération ou ne pas bleuir dans le même temps, souvent même pendant un temps beaucoup plus long, par l'air tel qu'il circule librement dans la ville à une distance d'environ un kilomètre de la station champêtre (11 juillet 1858, 6 juin 1860, Rouen et ses environs). A plus forte raison le phénomène est-il moins surprenant quand il apparaît dans des localités beaucoup plus éloignées et situées à des hauteurs différentes, comme Paris et les villages de Laqueue en Brie, et de Nanteau près de Nemours (3 septembre 1857); et comme Rouen et Florence en Italie, d'après les observations que MM. Carina et Silvestri ont eu l'extrême obligeance de faire avec mes papiers (20, 21, 29 décembre 1860). Bien plus, on constate fréquemment que cette différence d'action de l'air sur les mêmes réactifs est perceptible lorsque les papiers se trouvent distants l'un de l'autre seulement de 6 mètres sur la même ligne horizontale, mais séparés entre eux par une maison construite au milieu d'une prairie sans arbres. Ainsi, il n'est pas rare de constater sur le tournesol mi-ioduré placé au nord, une coloration bleue beaucoup plus intense que celle qu'a prise pendant le même temps le réactif disposé au midi du même bâtiment et à la même hauteur. Le contraire n'a lieu qu'exceptionnellement, du moins dans ce lieu d'observation. Les mêmes effets se reproduisent encore quand on expérimente aux extrémités d'une même verticale. A Rouen, le tournesol bleu se décolore d'une manière plus complète et le tournesol mi-ioduré bleuit bien plus fortement en douze heures, au sommet de la cathédrale qu'à 6 mètres de sa base, etc. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Eaux des puits artésiens de Venise*. (Extrait d'une Lettre de **MM. Degousée** et **Ch. Laurent**.)

« M. Grimaud de Caux a communiqué à l'Académie dans sa dernière séance une Note sur les puits artésiens de Venise contre laquelle je dois protester.... Je ne réfuterai pas ce qui est dit dans cette Note relativement à la

nature des eaux obtenues à Venise et des terrains tourbeux dans lesquels on les rencontrerait. Le compte rendu que M. Arago a fait de ces travaux à l'Académie dans la séance du 10 février 1848 a répondu complétement à des attaques que nous avions dû repousser dès le principe. La Note que j'avais présentée renfermait les conclusions du Rapport de la Faculté des Sciences de Padoue, chargée de l'analyse des eaux, les rangeant au nombre des meilleures eaux potables connues, ce qu'a confirmé M. Balard qui a pu les examiner sur les lieux.

» Il a été en effet foré dix-sept puits à Venise pour la ville, mais M. Grimaud de Caux doit savoir que neuf d'entre eux n'ont donné aucun résultat et par conséquent n'ont pas eu à cesser de jaillir. Quant aux huit autres, leur produit est toujours le même et serait suffisant, et au delà, pour compléter l'alimentation des citernes publiques et privées; seulement, par suite de contestations entre elle et la municipalité, la Société dont ils sont la propriété fait depuis plusieurs années écouler dans la lagune tout ce qui ne sert pas aux abonnements particuliers.

» Peut-être la ville songe-t-elle à augmenter le volume de ses eaux par d'autres moyens; mais elle n'a cependant pas renoncé à tirer parti des puits artésiens, puisqu'elle a traité de leur cession avec notre Société, et a stipulé en même temps la remise de deux équipages de sonde complets pour l'exécution de nouveaux puits. »

(Renvoi à l'examen des Commissaires nommés pour les diverses communications de M. Grimaud de Caux relatives aux eaux potables dans la ville de Venise.)

M. **Liais** adresse comme supplément à sa précédente communication sur le vol des oiseaux une « Note sur la théorie de la résistance de l'air ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Geoffroy-Saint-Hilaire, Delaunay.)

M. **Eugène Robert** présente une nouvelle addition à ses précédentes communications sur les pierres travaillées par les habitants primitifs des Gaules.

(Renvoi aux Commissaires déjà nommés : MM. Serres, Dumas, de Quatrefages, d'Archiac.)

MM. **Janssen** et **Follin** soumettent au jugement de l'Académie une Note

sur l'ophthalmoscopie et spécialement sur une modification qu'ils proposent d'introduire dans le mode d'éclairage employé pour l'examen ophthalmoscopique.

(Commissaires, MM. Flourens, Rayer, Bernard, Cloquet, Jobert.)

M. Christian présente un supplément à sa Note sur une boussole indépendante des variations magnétiques, et y joint un « projet de construction d'une pendule astronomique indépendante des variations de la température. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Pouillet, Regnault, Duperrey.)

M. Mackintosh adresse de New-Brisach (Haut-Rhin) une Note « sur un nouveau propulseur pour les machines marines ».

(Commissaires, MM. Dupin, Duperrey, Clapeyron.)

M. Desmarets présente au concours pour le prix des Arts insalubres un Mémoire intitulé : « Du rôle de l'air dans la décomposition des matières organiques ; application au procédé d'Appert ».

(Réservé pour la future Commission.)

M. Boersch adresse de Strasbourg un Mémoire concernant la peinture sur verre, ainsi que le transport et la fixation sur la même substance de dessins ou d'empreintes diverses.

Ce Mémoire, auquel sont joints divers échantillons des produits obtenus, est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Dumas, Regnault, Balard.

M. Zimmermann présente une nouvelle pièce relative à ses précédentes communications sur la construction des orgues.

(Commissaires déjà nommés : MM. Pouillet, Duhamel.)

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur général des Douanes et des Contributions indirectes adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du Tableau général des mouvements du cabotage en 1859.

M. le Secrétaire perpétuel fait hommage à l'Académie, au nom de *M. Laugel*, d'une Note sur le *Blatterstein*, publiée par lui d'après les observations faites dans son dernier voyage au Hartz. L'auteur a fait des observations très-précises sur la schistosité de cette roche, observations qui se rattachent aux vues exposées dans son Mémoire sur le clivage des roches présenté à l'Académie dans sa séance du 22 janvier 1855. Le clivage du blatterstein et celui du diabase auquel il est associé, se lient à celui des schistes et des grauwackes entre lesquels ces roches ont été intercalées avant le soulèvement qui a relevé l'ensemble de ces couches, et a contribué à y développer la structure qu'elles offrent aujourd'hui.

M. le Secrétaire perpétuel présente, également au nom de l'auteur, un nouveau travail de *M. Plateau*, sur les « figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur » (*voir* au *Bulletin bibliographique*). Dans la Lettre qui accompagne cet envoi, M. Plateau émet le vœu que M. Despretz, qui a vu pendant son séjour à Gand répéter une partie des expériences qui font l'objet de ce cinquième Mémoire, veuille bien en faire de vive voix l'exposition devant l'Académie.

M. Despretz exprime le regret de ne pouvoir accéder au désir de M. Plateau, dont le Mémoire en tant qu'imprimé et écrit en français, ne peut, d'après une décision déjà ancienne de l'Académie, devenir l'objet d'un Rapport verbal.

M. Luther adresse ses remercîments à l'Académie, qui, dans sa séance publique du 25 avril dernier, lui a décerné une des médailles de la fondation Lalande pour la découverte de la planète *Concordia* (24 mars 1860).

Nous extrayons de cette Lettre le passage suivant, relatif à une autre des petites planètes depuis peu découvertes.

« A cette occasion, je prends la liberté de faire remarquer qu'il sera pos-
» sible de retrouver, pendant les mois de juin, juillet, août et septembre
» de cette année, la planète Pseudo-Daphné (56), découverte par M. Gold-
» schmidt le 9 septembre 1857, et observée seulement dix-sept fois jusqu'au
» 30 septembre 1857. Il faudra la chercher entre les limites de $20^h\,33^m$
» jusqu'à $21^h\,56^m$ d'ascension droite et de $-11°$ jusqu'à $+1°$ de dé-
» clinaison. »

MATHÉMATIQUES. — *Note sur l'involution de six lignes dans l'espace;* par M. SYLVESTER.

« Désignons six droites par les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6. Prenons les équations de chacune de ces lignes sous la forme la plus générale (en nous servant de coordonnées tétraédrales). Ainsi, soit la ligne i définie par les équations

$$a_i x + b_i y + c_i z + d_i u = 0, \quad \alpha_i x + \beta_i y + \gamma_i z + \delta_i u = 0;$$

et de même la ligne j par les équations

$$a_j x + b_j y + c_j z + d_j u = 0, \quad \alpha_j x + \beta_j y + \gamma_j z + \delta_j u = 0,$$

et sous-entendons par $i,\ j$ le déterminant

$$\begin{array}{cccc} a_i & b_1 & c_i & d_i \\ \alpha_i & \beta_i & \gamma_i & \delta_i \\ a_j & b_j & c_j & d_j \\ \alpha_j & \beta_j & \gamma_j & \delta_j. \end{array}$$

Cela étant fait, formons le déterminant (que je nommerai Δ_6) :

$$\left|\begin{array}{cccccc} & 1,2 & 1,3 & 1,4 & 1,5 & 1,6 \\ 2,1 & & 2,3 & 2,4 & 2,5 & 2,6 \\ 3,1 & 3,2 & & 3,4 & 3,5 & 3,6 \\ 4,1 & 4,2 & 4,3 & & 4,5 & 4,6 \\ 5,1 & 5,2 & 5,3 & 5,4 & & 5,6 \\ 6,1 & 6,2 & 6,3 & 6,4 & 6,5 & \end{array}\right|$$

Si les six droites 1, 2, 3, 4, 5, 6 sont en involution, on aura

$$\Delta_6 = 0;$$

et réciproquement si $\Delta_6 = 0$, les six lignes seront en involution.

» En nous bornant aux cinq chiffres 1, 2, 3, 4, 5, on peut former un déterminant analogue à Δ_6 (disons Δ_5) qui ne contiendra que cinq lignes et cinq colonnes, et qui sera un déterminant mineur du premier ordre du grand déterminant Δ_6. De même pour Δ_4 etc.

» Si $\Delta_6 = 0$ et $\Delta_5 = 0$ (sans que *tous* les déterminants mineurs du premier ordre de Δ_6 soient zéro), les cinq lignes 1, 2, 3, 4, 5 formeront un système en involution entre elles. Si tous les déterminants mineurs du premier ordre sont zéro (ce qui ne suppose qu'une seule condition de plus, c'est-à-dire trois conditions en tout), les six lignes de 1 à 6 seront toutes rencontrées par la même droite.

» Si $\Delta_6 = 0$, $\Delta_5 = 0$, $\Delta_4 = 0$, alors en général les quatre lignes de 1 à 4 seront en involution entre elles; je n'insisterai pas ici sur les cas possibles d'exception; j'ajouterai seulement que si $\Delta_5 = 0$ sans autre condition, les cinq lignes de 1 à 5 seront toutes rencontrées par la même droite. Si $\Delta_4 = 0$, sans autre condition, les quatre lignes de 1 à 4 n'admettront qu'*une seule transversale* qui les rencontre toutes quatre, au lieu des deux qui existent ordinairement pour quatre droites dans l'espace. C'est M. Cayley qui le premier a fait cette dernière remarque. De plus il a trouvé indépendamment un déterminant qui est égal à la racine carrée de Δ_6 et qui conséquemment sert tout aussi bien que Δ_6 pour définir l'involution.

» L'espace me manque pour produire ici cet autre déterminant, mais je dois ajouter que c'est d'une grande utilité dans l'étude analytique de la théorie d'involution.

» Je prie qu'il me soit permis de profiter de cette occasion pour rectifier une erreur qui s'est glissée dans l'énoncé d'un théorème donné dans les *Comptes rendus* (26 janvier 1861). Dans le second paragraphe de la Note, p. 161, au lieu de « pour numérateurs le cycle toujours répété... par rap-» port à r, » lisez « pour numérateurs le cycle toujours répété des nombres » entiers congrus à $\frac{1}{p}, \frac{2}{p}, \frac{3}{p}, \ldots, \frac{r}{p}$ et compris parmi les nombres 1, 2, » 3,..., r. » Et plus bas au lieu de « mais à cause... $10k+2$ » lisez : « mais » à cause de

$$7 \times 3 \equiv 1 \pmod 5 \equiv \frac{3}{p-1} + \frac{1}{p-2} + \frac{4}{p-3} + \frac{2}{p-4} + \frac{5}{p-5} + \ldots..$$

» quand p est de la forme $10k + 7$. » Encore, les signes de toutes les fractions qui suivent le mot « ou » ligne 5, p. 162, doivent être changés de + en — et *vice versâ*. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse de l'uranite d'Autun et de la chalkolite de Cornouailles; par* **M. F. Pisani.**

« Jusqu'à présent les minéralogistes ont admis pour l'uranite et la chalkolite la même formule : s'appuyant, d'une part sur les analyses données, et de l'autre sur la forme cristalline que l'on regardait comme étant la même pour ces deux substances. Cependant, l'ancienne analyse de l'uranite d'Autun, par Laugier, conduisait à une formule toute différente par suite de la quantité d'eau qu'il a trouvée et qui s'élève à 21 pour 100 au lieu de 15 que donnent les autres analyses. J'ai donc repris l'étude de cette substance, et des analyses faites à des intervalles assez longs m'ont conduit toujours aux nombres trouvés par Laugier. Quant à la chalkolite, je lui ai trouvé la formule qui est généralement adoptée. Cette différence dans les résultats obtenus devait provenir évidemment de la manière dont l'eau a été dosée. En effet, dans mes analyses, j'ai opéré sur la matière récemment pulvérisée et sans dessiccation préalable. De cette manière on obtient pour l'uranite 12 équivalents, et pour la chalkolite 8. Ce n'est qu'en desséchant l'uranite à une température de 70° qu'on obtient alors à l'analyse 8 équivalents d'eau. Or en opérant de cette manière il est très-probable que l'on enlève de l'eau de combinaison, et non simplement de l'eau hygroscopique. Ce qui tend à le démontrer davantage, c'est qu'à des intervalles de plusieurs mois j'ai retrouvé dans la même substance la même quantité d'eau. Voici maintenant un fait qui confirme ces résultats :

» Jusqu'à présent on croyait ces deux substances isomorphes; mais récemment les recherches de M. Des Cloizeaux ont prouvé que l'uranite ne cristallise pas dans le système du prisme à base carrée comme la chalkolite, mais que sa forme est celle d'un prisme rhomboïdal droit très-voisin de 91°. Le peu de netteté des faces sur les échantillons provenant d'Autun s'opposait à des mesures exactes et avait ainsi accrédité cette erreur. C'est en examinant de l'uranite en petits cristaux assez nets d'une autre localité, que M. Des Cloizeaux a parfaitement établi que ce prisme n'était pas carré, mais bien rhomboïdal.

» Voici maintenant quels sont les résultats de mes analyses.

Uranite d'Autun.

		En centièmes et déduction faite du sable.	Ox.	Rapp.
Acide phosphorique....	13,4	14,0	7,8	5
Oxyde d'urane........	56,47	59,0	3,2	2
Chaux...............	5,60	5,8	1,6	1
Eau	20,00	21,2	18,9	12
Sable...............	3,20	100,0		
	98,67			

Ce qui donne pour formule $[\mathrm{Ca}\,(\ddot{\mathrm{U}}\mathrm{r}^2)^2]\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}}\mathrm{h} + 12\,\mathrm{Aq}$.

Calcul pour cette formule.

Acide phosphorique.......	14,4
Oxyde d'urane............	58,3
Chaux.................	5,6
Eau..................	21,7
	100,0

Chalkolite de Cornouailles.

		En centièmes et déduction faite du sable.	Ox.	Rapp.
Acide phosphorique....	14.0	14,4	8,1	5
Oxyde d'urane........	59,67	61,5	3,4	2
Oxyde de cuivre.......	8,50	8,6	1,7	1
Eau..............	15,00	15,5	13,8	8
Sable...............	0,40	100,0		
	97,57			

Ce qui conduit à la formule $[\mathrm{Cu}\,(\ddot{\mathrm{U}}\mathrm{r}^2)^2]\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}}\mathrm{h} + 8\,\mathrm{Aq}$.

Calcul pour cette formule.

Acide phosphorique........	15,1
Oxyde d'urane............	61,2
Oxyde de cuivre..........	8,4
Eau..................	15,3
	100,0

» Ainsi en résumant on a

Uranite $[\mathrm{Ca}(\ddot{\mathrm{U}}\mathrm{r}^2)^2], \overset{\therefore}{\ddot{\mathrm{P}}}\mathrm{h} + 12\,\mathrm{Aq}$ — prisme rhomboïdal droit.

Chalkolite $[\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}(\ddot{\mathrm{U}}\mathrm{r}^2)^2], \overset{\therefore}{\ddot{\mathrm{P}}}\mathrm{h} + 8\,\mathrm{Aq}$ — prisme à base carrée. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur l'application de la photographie à la géologie et à la géographie physique. Orographie : Le mont Blanc et la vallée de Chamounix; par* **M. A. Civiale.**

« J'ai entrepris en 1859 la reproduction photographique de la chaîne des Alpes; ce travail exigera plusieurs années, car il doit comprendre l'Oberland bernois, le mont Blanc et les Alpes de Savoie, le grand massif du mont Rose, les chaînes secondaires du Valais, des Grisons et du Tyrol, ainsi que les montagnes volcaniques des environs de Schaffouse. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les vues photographiques des versants occidentaux du mont Blanc, des vallées de Chamounix, de Valorsine, de la Tête-Noire et de Trient.

» Ce travail comprend trois panoramas et un album de vues de détails.

» Le premier panorama, composé de dix épreuves, est pris du Brévent, au-dessus des chalets de Plampra (2130^{m}); il est compris dans un angle de $200° 15'$, et représente l'ensemble de la chaîne du mont Blanc, depuis le col de Vora jusqu'au col de Balme du sud-ouest au nord-est. Les masses granitiques de la chaîne forment deux groupes principaux séparés par la mer de glace, les Aiguilles de Chamounix au nord-est et l'Aiguille Verte, les Aiguilles d'Argentières et du Tour au sud-ouest.

» Le deuxième panorama, composé de huit épreuves, est pris de la cabane de la Flégère (1908^{m}), est compris dans un angle de $160° 35'$, et sa direction générale va également du sud-ouest au nord-est. C'est une vue du mont Blanc plus oblique par rapport aux Aiguilles de Chamounix; le sommet de l'Aiguille Verte, trop rapproché du point de station n'a pu être reproduit; mais l'ensemble de la mer de glace et des montagnes qui forment ses rives, est plus facile à saisir que dans le panorama précédent.

» Le troisième panorama, composé de six épreuves, est pris du Montanvers (1950^{m}); l'angle dans lequel il est compris est de $118° 32'$, sa direction générale va du nord au sud. Ce panorama donne la vue détaillée d'une grande partie de la mer de glace et de la base des Aiguilles faisant face aux Aiguilles de Chamounix, ainsi que du massif des Aiguilles de Léchaud

ou Jorasses, au pied desquelles viennent se réunir les glaciers de Léchaud et du Géant pour former l'immense glacier des Bois ou mer de glace proprement dite.

» La série des vues de détail commence à Servoz au pied des rochers des Fiz, reproduit la vallée de Chamounix du col de Voza au col de Balme, la vallée de Valorsine, la route de la Tête-Noire et se termine dans la vallée du Trient.

» Les pentes générales des glaciers et celles des gradins qui les forment sont données rigoureusement par les épreuves prises sur le flanc des montagnes qui encaissent ces glaciers. Je n'ai pas remarqué de différence sensible entre les pentes mesurées sur l'épreuve et celles prises directement sur le glacier. J'ai employé le procédé photographique sur papier ciré sec indiqué l'année dernière; l'orientation de l'axe optique de l'instrument est déterminée pour chaque épreuve; quant à la prise des vues, je me suis attaché, ainsi que je l'ai dit, à fixer l'appareil optique de manière à ne pas laisser d'incertitude sur les éléments géodésiques des divers points. Ainsi l'axe optique est toujours horizontal, et comme la station reste la même pour les vues qui composent un même panorama, il est facile, avec l'épreuve photographique et une carte topographique détaillée, de connaître les coordonnées de chaque sommet, ou d'un point quelconque intéressant, par rapport au plan horizontal qui passe par la station.

» Une légende explicative et les réductions des panoramas complètent l'album.

» Je prie l'Académie de vouloir bien accepter l'hommage de cette seconde partie de la reproduction photographique des Alpes. »

M. **Abria**, doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux, demande pour la bibliothèque de la Faculté les cinq derniers volumes publiés des *Mémoires* de l'Académie et le supplément aux *Comptes rendus*.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. **de Paravey** signale, comme confirmant une assertion d'Hérodote relative à l'emploi alimentaire des racines de Papyrus chez les Égyptiens des temps les plus reculés, l'observation faite tout récemment par un voyageur qui a vu, dans certaines parties du Sahara, les Touaregs manger les racines d'un Souchet désigné par le nom le plus communément employé en Égypte et en Syrie pour le papyrus.

M. **Lelandais** adresse de Nantes une Lettre relative à un précédent envoi

qu'il aurait fait à l'Académie de diverses pièces relatives à l'emploi de la vapeur d'eau pour éteindre les incendies.

On fera savoir à l'auteur que ces pièces ne sont point parvenues à l'Académie. Un nouvel envoi serait sans objet, puisque, d'après sa Lettre, son procédé est déjà soumis à l'examen d'une Commission instituée par M. le Ministre de l'Intérieur.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 15 avril 1861 les ouvrages dont voici les titres :

Rapport sur les récompenses proposées par le jury de l'Exposition des Sciences naturelles (zoologie et minéralogie) tenue à Montpellier en 1860; *par* M. Paul GERVAIS; br. in-8°.

Essais d'acclimatation du Saumon dans l'Hérault et ensemencement des huîtres dans l'étang de Thau; br. in-8°.

Nouvelles expériences sur les effets de la garance mêlée aux aliments des Mammifères et des Oiseaux granivores; par le Dr JOLY; br. in-8°.

Sériciculture. Nouveau moyen proposé par le professeur Emilio Cornalia pour distinguer à coup sûr la bonne graine de vers à soie de la mauvaise; br. in-8°.

Considérations historiques sur la pathologie cutanée dans le but spécial d'éclairer l'étiologie et la thérapeutique des dartres; par le Dr F. ROCHARD. 2 exemplaires. Paris, 1861; br. in-8°. (Adressé pour le concours au prix Bréant.)

Des effets produits sur l'encéphale par l'oblitération des vaisseaux artériels qui s'y distribuent; par le Dr EHRMANN. Paris, 1860; br. in-8°. (Concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie.)

Notes sur quelques observations de magnétisme terrestre et de météorologie faites à Nîmes; par M. H^te^ PLAGNIOL. Nîmes, 1855; br. in-8°. (Présenté par M. Dumas.)

D'une forme de délire, suite d'une excitation nerveuse se rattachant à une variété non encore décrite, épilepsie larvée; par le Dr MOREL. Paris, 1860; br. in-8°.

De l'origine du peuple polonais et d'un usage ancien de ce peuple; par le chevalier DE PARAVEY.

John Brown mort pour l'affranchissement des noirs. Paris, 1861; br. in-12.

Recherches anatomiques sur le corps innominé; par J.-A. GIRALDÈS. Paris, 1861; br. in-8°.

On ripples... *Sur les rides de la surface de l'eau et leurs rapports avec les vitesses des courants; par* M. Archer HIRST. Londres, 1861; br. in-8°.

Astronomical... *Notices astronomiques,* nos 21 et 22. Octobre 1860 janvier 1861; 2 feuilles in-8°.

Radicale heilung... *Cure radicale de la syphilis par la vaccination; par* M. W. JELTSCHINSKY. (Adressé par M. Lukomski au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie avec deux numéros (4 février et 20 juin 1860) de l'*Allgemeine Medicinische Central-Zeitung,* contenant chacun un article sur la même question.)

Untersuchungen... *Recherches sur l'origine des monstruosités, principalement dans les œufs des Oiseaux; par* M. PANUM. Berlin, 1860; in-8°. (Présenté au concours pour le prix de Physiologie expérimentale.)

Revista... *Revue des travaux publics. IXe année,* n° 7, 1er avril 1861. Madrid, in-fol.

Noticia dos... *Exposé des travaux magnétiques exécutés à l'observatoire météorologique de l'infant D. Louis (Ecole Polytechnique de Lisbonne); par* M. J.A. DA SILVA. Lisbonne, 1860; br. in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Institut I. R. Vénitien;* t. IX, partie 2. Vienne, 1861; in-4°.

Atti... *Actes de l'Institut I. R. Vénitien des Sciences Lettres et Beaux-Arts;* t. VI, 3e livr. novembre 1860 à octobre 1861; in-8°.

Statistica... *Statistique de l'instruction publique à Palerme en l'année 1859; par* M. F. LANCIA DI BROLO. Palerme, 1860; in-8°.

Del coloramento... *De la coloration de l'albumine dans les œufs de poule et des cryptogames qui naissent dans les œufs. Extrait des Actes de la Société italienne des Sciences naturelles de Milan;* vol. II, février 1861; br. in-8°.

L'Académie a reçu dans la séance du 22 avril 1861 les ouvrages dont voici les titres :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE; 46e liv.; in-4°.

Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur; par M. J. PLATEAU; 5e série. Bruxelles, 1861; br. in-8°.

Direction générale des douanes et des contributions indirectes. Tableau

général des mouvements du cabotage pendant l'année 1859. Paris, 1860; grand in-4°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; t. VII; Paris, 1861; br. in-8°.

Etudes chimiques sur le phosphate de chaux et son emploi en agriculture; par M. Ad. BOBIERRE. Paris, 1861; br. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, rédigé par les Secrétaires de la Société, MM. COMBES et PELIGOT; t. VIII, 2e série, n° 98. Paris, 1861; br. in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie rédigé sous la direction de la Section de publication; par M. V.-A. MALTE-BRUN. 5e série, t. I, n° 3, mars. Paris, 1861; br. in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; t. VIII, 1860, 2e partie: *Bulletin des séances,* feuilles 18-27. Paris, mars 1861; br. in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine, rédigé sous la direction de MM. F. DUBOIS et ROBIN; t. XXVI, nos 12 et 13, 1er et 15 avril 1861. Paris, br. in-8°.

Français de Nantes. — Vie morale, politique et littéraire. — Mission dans les départements méridionaux; par V. BAILLY, membre de l'Académie impériale Médecine; fasc. 3 et 4. Paris, 1860 et 1861; 2 br. in-8°.

Note sur le blatterstein du Harz; par M. LAUGEL; fasc. in-8°.

Remarques sur la théorie des équations différentielles linéaires; par M. Ph. GILBERT. Bruxelles; br. in-8°.

De la détermination dans les eaux naturelles ou minérales des proportions des acides carbonique ou sulfhydrique libres ou combinés aux bases; par M. H. GAULTIER DE CLAUBRY; br. in-8°.

Etude chimique de l'air atmosphérique de Madrid; par M. Ramon Torrez Munos DE LUNA, *traduit de l'espagnol avec des notes; par* M. GAULTIER DE CLAUBRY. Paris, 1861; br. in-8°.

Monthly notices... *Notices mensuelles de la Société royale astronomique de Londres;* vol. XXI, n° 5 (mars 1861), in-8°.

The quarterly journal... *Journal trimestriel de la Société de Chimie;* vol. XIV (avril 1861). Londres, in-8°.

Flint implements... *Présence d'outils en silex dans des couches non bouleversées de gravier, de sable et d'argile. Renseignements relatifs à la découverte de ces instruments tant sur le continent qu'en Angleterre, communiqués à la Société des Antiquaires; par* John EVANS. Londres, 1860; in-4°.

On the occurrence of flint implements... *Sur l'existence d'instruments en silex, associés à des restes d'animaux d'espèces éteintes, dans des couches d'une période géologique peu reculée* (a late geological periode), *en France à Amiens et Abbeville, en Angleterre à Hoxne* (extrait des *Transactions philosophiques* pour l'année 1860, 2ᵉ partie). Londres, 1861; in-4°.

Die theorie der... *Théorie des fonctions circulaires; par* G. SIDLER. Berne, 1861; in-4°.